

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Juro Šokčević

ANALIZA SKLADIŠNIH PROCESA U
PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2017.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

Analiza skladišnih procesa u prehrambenoj industriji

The Analysis of Warehouse Process in Food Industry

Mentor: prof. dr. sc. Kristijan Rogić

Student: Juro Šokčević, 0036446297

Zagreb, 2017.

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
2. ZNAČAJKE SKLADIŠNOG SUSTAVA.....	3
2.1. Vrste skladišta	4
2.2. Unutarnje uređenje skladišta	9
2.3. Organizacija skladišnih funkcija	10
3. SKLADIŠNI PROCESI.....	13
3.1. Prijem robe	16
3.2. Pohrana robe u skladište.....	18
3.2.1. Sustav pamćenja	19
3.2.2. Sustav s fiksnim lokacijama.....	20
3.2.3. Sustav sa zonama	21
3.2.4. Sustav s slučajnim lokacijama	22
3.2.4. Kombinirani sustav	22
3.3. Podizanje robe- komisioniranje	22
3.3.1. Sustavi komisioniranja	24
3.3.2. Metode komisioniranja.....	29
3.3.3. Načini komisioniranja.....	32
3.4. Otprema robe	34
4. PRIKAZ I ANALIZA POSTOJEĆIH SKLADIŠNIH PROCESA U TVRTKI.....	36
4.1. Logističko-distributivni centar tvrtke.....	36
4.2. Značajke skladišnog sustava.....	38
4.3. Organizacija skladišta.....	40
4.3.1.Međuskladište.....	40
4.3.2. Zona komisioniranja	41
4.3.2. Konsolidacijska zona	43
4.4. Komisioniranje.....	43

5. PRIJEDLOG POBOLJŠANJA I UNAPREĐENJA PROCESA	45
5.1. Skladišni kapacitet.....	46
5.2. Optimizacija komisioniranja	51
6. ZAKLJUČAK.....	55
LITERATURA	57
POPIS SLIKA:	58
POPIS TABLICA.....	58
POPIS DIJAGRAMA.....	58

1. UVOD

Skladišta i skladišni procesi postoje otkako je čovjek iz nomadskog načina života prešao u sjedilački način života. Izgradnjom prvih naselja i počecima uzgajanja hrane pojavljuje se potreba za čuvanjem iste hrane. U samim počecima su to uglavnom bile žitarice koje su imale dugi vijek trajanja i jedini uvjet je bio da se čuvaju na suhom i mračnom prostoru. Tako prva sagrađena skladišta su bile smočnice u kućama. Urbanizacijom i naglim razvojem gradova veliki broj ljudi prestaje se baviti uzgojem hrane i opskrbljuje se u trgovinama koje su nabavljale gotove prehrambene proizvode kod proizvođača. Sve veća potražnja za gotovim prehrambenim proizvodima zahtijevala je u početku izgradnju većih trgovina koje su tada preuzele ulogu privremenog skladištenja. Također trgovine su od proizvođača zahtijevale sve više gotovih proizvoda i sve češće isporuke u manjim količinama. Kako bi se udovoljilo zahtjevima svih strana pojavljuje se objekti koji imaju isključivo ulogu čuvanja prehrambenih proizvoda od trenutka njihove proizvodnje do pojavljivanja na policama trgovina. Naravno tu su i druge vrste roba no u radu će se uvijek nastojati davati primjer iz prehrambene industrije. Osim čuvanja robe u tim objektima su se vršile i druge prateće radnje koje su vezane za dolazak robe i njihovu daljnju distribuciju i tako dolazimo do današnjeg naziva tih objekata „Logistički centri“.

Logistički centar se definira kao mjesto s najvećim stupnjem integracije logističkih sustava, logističkih aktivnosti i nositelja logističkih usluga. Zajedničko svim logističkim aktivnostima je težnja da se mjesto izvora robe što efikasnije poveže s točkom njene isporuke potrošačima. Mnogi autori su ponudili razne dopune definicija logističkog centra. Tako Udruga europskih logističkih centara (engl. European Association of Freight Villages EUROPLATFORM) definira logistički centar kao određeno područje u kojem su sve aktivnosti koje se odnose na prijevoz, logistiku i distribuciju robe kako za nacionalne i međunarodne tranzitu, provode od strane raznih subjekata na komercijalnoj osnovi. Operatori mogu biti ili vlasnici ili najmoprimci objekata izgrađeni s namjenom za skladišta, distribucijske centre, skladišnih prostora, uredima, servis prijevoznih sredstava i sličnih namjena. U cilju očuvanja pravila o slobodnim tržišnog natjecanja, logistički centar mora biti otvoren kako bi se omogućilo pristup svim tvrtkama koje se bave gore navedenim aktivnostima. Mora biti opremljen

sa svim sadržajima za obavljanje navedenih poslova te, ukoliko je moguće, uključivati javne usluge za osoblje i opremu za korisnike. S ciljem poticanja kombiniranog prijevoza, logistički centar treba imati mogućnosti korištenja više vidova prijevoza (cestovni, željeznički, pomorski, unutarnji plovni putovi, zračni promet). Naravno da bi se zadovoljila pravna strana poslovanja važno je da logistički centar bude pravna osoba i mora biti u skladu s europskim standardima i kvalitetom izvedbe pružiti komercijalna i održiva rješenja za sve zainteresirane strane.¹

Iz naslova se naslućuje da će se u radu govoriti o skladištima i skladišnim operacijama. Osnovne karakteristike skladišta i skladišne opreme bit će obrađene u drugom poglavlju „Značajke skladišnih sustava“ dok procesi koji se odvijaju unutar skladišta i procesi koji su vezani za skladištenje detaljnije su opisani u trećem poglavlju „Skladišni procesi“. U nastavku rada će se dati naglasak na skladišne procese u tvrtki slučaja u prehrambenoj industriji koja je pravilima i procedurama koji se moraju poštivati puno rigoroznija od skladišta neprehrambenih proizvoda. Bit će iznijeto postojeće stanje skladišta tvrtke koja djeluje u sektoru u prehrambene industrije. Nastojat će se prikazati tijek procesa, identificirati uska grla pojedinih procesa temeljem podataka dobivenih mjerenjem prilikom posjeta tvrtki. Utvrđivanjem postojećeg stanja i detektiranjem uskih grla skladišnih procesa u petom poglavlju „Prijedlog poboljšanja i unapređenja procesa“ će biti predložena moguća poboljšanja i opisan učinak koji bi imala predložena mjera.

U svrhu kvalitetne izrade diplomskog rada korištene su knjige, studije objavljene u znanstvenim člancima, nastavnim materijalima fakulteta, internetski izvori i drugim dokumenti što je sve navedeno u popisu literature..

¹ <http://europlatforms.eu/Members.html>, 31.08.2017.

2. ZNAČAJKE SKLADIŠNOG SUSTAVA

Općenito je usvojeno da je skladište objekt u kojem se može pohraniti materijal (sirovina poluproizvod ili gotov proizvod) do njene uporabe. No definicija skladišta nije tako jednostavna i jednosmislena. Definicija logistike govori da logistika ima funkciju prostorno vremenske transformacije roba (materijala i proizvoda) u poduzeću i između poduzeća i s njima u svezi informacijskih procesa² i svi ti procesi su smješteni u prostor skladišta tako s logističkog stajališta "Skladište je čvor ili točka na logističkoj mreži na kojem se roba prije svega prihvaća ili prosljeđuje u nekom drugom smjeru unutar mreže".³ Skladište je pripremljeni prostor za pohranu robe u rasutom stanju ili u ambalaži, s namjerom da poslije određenog vremena roba bude uključena u daljnji transport, proizvodnju, distribuciju ili potrošnju. Skladište može biti ograđeni ili neograđeni prostor, pokriveni ili nepokriveni prostor koji se koristi za čuvanje sirovina, poluproizvoda ili gotovih proizvoda. U njemu se roba preuzima i otprema, čuva od raznih fizičkih, kemijskih i atmosferskih utjecaja. Tako gledajući skladište predstavlja prostor u kojem se roba preuzima, čuva od raznih fizičkih i kemijskih utjecaja, izdaje i otprema. Sve manipulacije s materijalom u skladištu predstavljaju skladišne procese, a uobičajeni naziv skladište podrazumijeva skladišni sustav.

Glavne komponente skladišnog sustava su:

- skladišni objekti – pogodni za rukovanje robom (zgrade, uređene površine,...),
- sredstva za skladištenje i sredstva za odlaganje materijala (sredstva za oblikovanje jediničnih tereta),
- transportna sredstva,
- pomoćna skladišna oprema (računalna oprema, oprema za pakiranje, sredstva za paletizaciju, za kontrolu i mjerenje,...)
- dodatna oprema (oprema za grijanje i hlađenje, rasvjeta, oprema održavanja čistoće, protupožarna oprema itd.).⁴

² V.Ferišak Nabava, Zagreb, 2002.

³ Šamanović, J.: Logistički i distribucijski sustavi, Ekonomski fakultet, Split, 1999.

⁴ Dundović, Č., Hess, S.: Unutarnji transport i skladištenje, Rijeka, 2007.

Kao logistički čvor u kojem se sijeku tokovi robe, funkcije skladišta su skladištenje i distribucija materijala, a glavna zadaća skladišta je dinamičko uravnoteženje tokova materijala, količinski i prostorno u svim fazama poslovnog procesa. Uz učinkovitu primjenu unutarnjeg transporta, skladište treba osigurati neprekidnost proizvodnje. Taj se kontinuitet osigurava tako da tok materijala teče po unaprijed određenom redu, planski i sustavno.⁵ Osiguranje kontinuiteta je nužno osigurati bez obzira da li se radi o sirovinama za proizvodnju prema proizvodnom pogonu ili materijalu potrebnom za doradu poluproizvoda ili izlazu gotovih proizvoda za prodaju i to s težnjom da troškovi sveukupnih skladišnih operacija budu čim niži.

2.1. Vrste skladišta

Skladišta se mogu podijeliti u odnosu na više kriterija, najvažniji kriteriji prema kojima se dijele skladišta su:⁶

- namjena
- načina gradnje
- stupanj centralizacije
- vrsta vlasništva
- način praćenja ulaza i izlaza robe
- stupanj mehanizacije

Ovisno za koju će djelatnost skladište biti vezano ona mogu biti skladište proizvodnih društava (sirovine, poluproizvodi, gotovi proizvodi, alat, sitni inventar, pogonsko gorivo, maziva i otpad) skladište društava trgovine (gotovi proizvodi, ambalaža i materijal potreban za pakiranje), razlikuju se prema vrsti robe; sabirna skladišta (za otkupljene poljoprivredne proizvode) i slično.

⁵ Ferišak, V. i sur.: Poslovna logistika, Informator, Zagreb, 1983.

⁶ Rogić, K.: Unutrašnji transport i skladištenje-autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014

Prema načinu gradnje razlikuju se otvorena, natkrivena i zatvorena. Najjednostavniji oblik su otvorena skladišta koja robu izlažu svim vremenskim uvjetima i jedina zaštita koju pružaju je ograda kojom je prostor ograđen. Natkrivena skladišta su prostori za skladištenje robe s jedne ili više strana, stalno otvoreni, ali natkriveni s krovnom konstrukcijom. Najčešće se krov naslanja na stupove, ili s jedne strane na zid. Ovaj tip skladišta uglavnom je namijenjen za skladištenje roba osjetljivih na atmosferske utjecaje (drvena građa, cement, vapno, umjetno gnojivo.).

Zatvorena skladišta služe za kratkotrajno ili dugotrajno pohranjivanje raznovrsnih roba koje su osjetljive na atmosferske promjene. Mogu biti smještena u prizemnim zgradama, ili u zgradama na katove, sa i bez podruma. Najzastupljenija su među skladištima i mogu se sastojati od jedne ili više prostorija za skladištenje određenih vrsta ili skupina roba, koje zahtijevaju iste ili slične uvjete čuvanja robe. Zatvorena skladišta razlikuju se prema izvedbi i konstrukciji te se nadalje razvrstavaju na: prizemna (hangarska) skladišta i nadstrešnice, katna ili etažna (regalna) skladišta i specijalizirana skladišta (spremnici, hladnjače, silosi, plivajuća skladišta, vinski podrumi, rezervoari za naftu i dr.).

Prema funkciji skladišta mogu biti: skladišta za izdavanje, za pretovar i za razdiobu robe. Skladišta za izdavanje se najčešće nalaze uz proizvodne pogone ili trgovinska poduzeća, jer služe za uskladištenje gotovih proizvoda namijenjenih distribuciji i prodaji potrošačima. Skladišta za pretovar kratkotrajno preuzimaju robu radi pretovara s jednog na drugo transportno sredstvo. Skladišta za razdiobu objedinjuju djelatnosti čuvanja i izdavanja robe. Funkcija razdiobe sastoji se od procesa prihvata i isporuke robe. U ovim skladištima se najčešće prikuplja roba od raznih dobavljača u velikim količinama i proslijeđuje se u jedno ili više proizvodnih ili trgovinskih poduzeća u manjim količinama.

Prema stupnju mehanizacije i automatizacije skladišta mogu biti nisko mehanizirana, visoko mehanizirana, automatizirana i robotizirana. U nisko mehaniziranim skladištima (klasična skladišta) prevladava ručni rad. Procesi se obavljaju pomoću jednostavnije skladišne opreme kojom upravljaju skladišni radnici. Dok u visoko mehaniziranim skladištima poslovi se obavljaju sredstvima kojima upravljaju skladišni radnici, ali i automatskim sredstvima u manjem opsegu. U automatiziranim skladištima upravljanje skladišnim procesima i operacijama obavlja se elektroničkim načinom (računalno) dok osoblje je prisutno samo u slučaju potrebe.

Najveći stupanj mehanizacije se pojavljuje u robotiziranim skladištima gdje se svi poslovi obavljaju pomoću računala i robota koji je navođen po tračnicama i kontroliran od strane računala.

Prema vlasništvu skladišta mogu biti privatna i javna skladišta. Privatna skladišta se grade za potrebe njihova vlasnika. Poduzeća se odlučuju za privatna skladišta kada utvrde da su njihove potrebe za skladišnim prostorom tolike da će troškovi skladištenja i kvaliteta usluga biti povoljniji, nego da koriste javna skladišta. U javnim skladištima se pružaju usluge trećim osobama. Korištenje javnih skladišta je povoljnije, kada su u pitanju manje količine i slabija dinamika kretanja uskladištene robe te je ekonomičnije koristiti javno skladište nego izgraditi vlastito.

Osim navedenih kriterija postoje još mnogi drugi kriteriji prema kojima se skladišta mogu podijeliti poput vrste robe koja će se pohranjuje, način odlaganja robe, vrsta toka odlaganja materijala, tehnologijama koje se koriste i drugi koji s primjerima su prikazani u tablici 1.

Tablica 1.: Kriteriji za podjelu skladišta

Redni broj	Kriterij	Vrsta skladišta	
1.	Vrsta i značajke materijala	a)	<input type="checkbox"/> sipki materijal <input type="checkbox"/> komadni materijal <input type="checkbox"/> tekućine <input type="checkbox"/> plinovi
		b)	<input type="checkbox"/> alati <input type="checkbox"/> ambalaža <input type="checkbox"/> potrošni materijal <input type="checkbox"/> otpad
		c)	<input type="checkbox"/> sirovine <input type="checkbox"/> poluproizvodi <input type="checkbox"/> proizvodi <input type="checkbox"/> rezervni dijelovi

		d)	<input type="checkbox"/> pokvarljivi materijal <input type="checkbox"/> nepokvarljivi materijal
		e)	<input type="checkbox"/> zapaljivi materijal <input type="checkbox"/> eksplozivni materijal <input type="checkbox"/> radioaktivni materijal
2.	Strategija odlaganja materijala	a)	<input type="checkbox"/> s unaprijed određenim rasporedom <input type="checkbox"/> sa slobodnim rasporedom odlaganja unutar određenog dijela skladišta <input type="checkbox"/> sa slučajnim rasporedom odlaganja materijala
		b)	<input type="checkbox"/> odlaganje u blokovima <input type="checkbox"/> odlaganje u redovima
		c)	<input type="checkbox"/> na jednom mjestu odlaganja istovrsni materijal <input type="checkbox"/> na jednom mjestu odlaganja raznovrsni materijal
3.	Model organiziranja	a)	<input type="checkbox"/> glavna <input type="checkbox"/> za komisioniranje <input type="checkbox"/> među skladišta
		b)	<input type="checkbox"/> centralizirana <input type="checkbox"/> decentralizirana <input type="checkbox"/> kombinirana
4.	Glavna zamisao izvedbe objekta (građevine)		<input type="checkbox"/> vodoravna ili niska (visina oko 7 m) <input type="checkbox"/> okomita ili visoka (visina preko 12 m)
5.	Tehnologija skladištenja		<input type="checkbox"/> podna (statična i dinamična) <input type="checkbox"/> regalna i visoko regalna (statična i dinamična) <input type="checkbox"/> sa skladištenjem na transportnim sredstvima (transportno-skladišna sredstva)

6.	Vrsta toka materijala u skladištu		<input type="checkbox"/> s jednosmjernim tokom <input type="checkbox"/> s povratnim tokom
7.	Vrsta sredstava za skladištenje	a)	<input type="checkbox"/> bez sredstava za skladištenje (podna skladišta) <input type="checkbox"/> sa sredstvima za skladištenje (regalna skladišta)
		b)	<input type="checkbox"/> s nepokretnim regalima (statična) <input type="checkbox"/> s pokretnim regalima (dinamična)
		c)	<input type="checkbox"/> polični regali <input type="checkbox"/> paletni regali <input type="checkbox"/> konzolni regali <input type="checkbox"/> prolazni regali <input type="checkbox"/> protočni regali <input type="checkbox"/> pokretni regali <input type="checkbox"/> prijevozni regali
8.	Zadatak u proizvodnom sustavu		<input type="checkbox"/> ulazna <input type="checkbox"/> proizvodna <input type="checkbox"/> izlazna (otpremna)

Izvor: Dundović, Č., Hess, S.: Unutarnji transport i skladištenje, Rijeka, 2007

Tu se još javljaju kriteriji koji uključuju stupanj zaštite u skladištu, značajka SKU⁷ ili su određeni odjelom tvrtke kojem pripada skladište, porijeklo robe i dr. U pisanju rada analizirati će se skladište zatvorenog tipa koje koristi paletne regale kao sredstva za skladištenje. Pohranjivat će roba koja je spremljena u ambalažu i imat će funkciju otpremnog skladišta, tj. distribuirat će robu trgovinskim poduzećima ili drugim distribucijskim skladištima.

⁷ Skladišna jedinica-(eng. Stock Keeping Unit), najmanja fizička jedinica proizvoda kojom se manipulira u skladištu

2.2. Unutarnje uređenje skladišta

Svaki organizirani i planski raspored skladišne i transportne opreme u unaprijed određenom skladišnom prostoru predstavlja unutrašnje uređenje skladišta. Najbitnije za unutrašnje uređenje skladišta tj. organizaciju skladišnog prostora prema Dundović, Č. i Hess, S., a kasnije potvrđuje i Beker I., je sljedeće:⁸

- značajke robe koja se skladišti (vrsta, količina, težina, dimenzije, oblik, volumen, specifična svojstva robe, učestalost prometa robe)
- način transporta i rukovanja robom kod dopreme, otpreme i kretanja robe u skladištu
- veličina i raspored osnovnih i pomoćnih površina skladišta (manipulativni i ostali prostor)
- oprema i inventar skladišta
- tehnika smještaja i raspored robe na skladištu.

Navedeni kriteriji odnose se na sve potrebne zone u skladišnom prostoru kako bi se skladišni procesi uspješno odvijali. Tako uključuju prostor za smještaj i održavanje manipulacijskih sredstava, prostor za ambalažu, označeni prostor za robu u povratu, prostor namijenjen za skladišni ured, sanitarni prostori te dio za prilagođen radnicima za pauzu (kuhinja, restoran). Cjelokupno unutarnje uređenje od toga da skladišni ured se treba nalaziti što bliže zoni prijema i otpreme do svih drugih detalja treba se držati načela koja osiguravaju učinkovit rad i uspješno skladišno poslovanje⁹:

- osiguranje dovoljnog prostora skladišta za smještaj robe i ne smetano odvijanje skladišnog poslovanja
- maksimalno iskorištenje raspoloživog skladišnog prostora
- zaštita robe, tj. osiguranje i čuvanje količine i kvaliteta robe
- sigurnost i zaštita osoblja, opreme, instalacija i zgrade
- rad koji omogućava lako i brzo pronalaženje robe u skladištu
- preglednost uskladištenih zaliha robe
- pristupačnost uskladištenoj robi

⁸ Beker I.: Upravljanje zalihama, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, 2011.

⁹ Dundović, Č., Hess, S.; Unutarnji transport i skladištenje, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka 2007

- čistoća i higijena
- upotreba odgovarajućih sredstava za uspješan transport i rukovanje robom
- mogućnost prilagođavanja promjenama: učestalost i intenzitet prometa, opreme, rasporeda
- obavljanje skladišnog poslovanja kvalitetno, sigurno i brzo uz najniže troškove

Iz nabrojanoga je očigledno da organizacija skladišne funkcije ovisi od više različitih čimbenika među kojima se najviše ističu veličina prostora, način unutarnjeg transporta i razina tehnologije koja se koristi. Iako sve navedeno se odnosi na unutarnje uređenje skladišnog prostora isti čimbenici se gledaju i kod organizacije i unutarnje i vanjske skladišne funkcije.

2.3. Organizacija skladišnih funkcija

Vanjska skladišna funkcija govori o tome kako se skladište kao čvor u logističkoj mreži ponaša prema drugim subjektima. Njegov odnos se gleda kroz stupanj centralizacije u okviru poduzeća i prema mjestu skladišne službe u organizacijskoj strukturi poduzeća.¹⁰

S obzirom na stupanj centralizacije razlikuju se tri modela:

- centralizirani
- decentralizirani
- kombinirani

Centralizirani sustav je pogodan za manje tvrtke za čije potrebe se sve skladišne operacije odvijaju na jednom mjestu. Kada robu bude izuzeta iz njihovog skladišta oni više ne vode evidenciju o statusu te robe i samim time takva skladišta nemaju potrebu za naprednijim tehnologijama skladištenja. Ovakva skladišta se uglavnom nalaze uz proizvodne pogone gdje se roba privremeno skladišti prije nego se isporuči kupcu.

¹⁰ Ibidem

Dok kod većih tvrtki čije poslovanje se odvija u više odvojenih skladišnih prostora se koristi decentralizirani sustav, gdje svako skladište djeluje kako zasebno međutim uvijek razmjenjuje informacije s svim drugima kako bi zadržali visoku razinu usluge. Najčešće je riječ o međusobnoj razmjeni robe koja u jednom skladištu manja dok u drugom ima dovoljnih količina te privremeno dok roba ne pristigne od dobavljača međusobno se opskrbljuju.

Koristeći prednosti oba stupnja centralizacije nastaje način poslovanje u kojem postoji jedno centralno skladište i nekoliko satelitskih skladišta prostorno odvojenih od glavnog skladišta. Svrha ovakvog ustroja je obuhvatiti potrebe odvojenih skladišta i na taj način optimizirati troškove. Centralno skladište često u ovakvom sustavu uz ulogu centralnog skladišta ima i funkciju Cross dock skladišta (više u poglavlju 3.4.). U novije vrijeme čest primjer su velika trgovinska poduzeća koja uz prodajna mjesta imaju i određeni prostor za skladištenje.

Vanjska funkcija uređuje kakav odnos će imati skladište prema drugim subjektima u mreži dok unutarnja uređuje pravila za odvijanje skladišnih procesa u samom prostoru skladišta. Četiri modela unutarne organizacije funkcija su¹¹:

- funkcionalni
- robni
- teritorijalni i
- kombinirani

Funkcionalni model se zasniva na raspodijeli zadatka. Cjelokupni zadatak skladišta se raščlanjuje na više pod zadataka poput prijema robe, kontrola kvalitete, kontrola kvantitete robe i sl.. Potom se pojedinačni zadatci prema sličnosti i srodnosti dodjeljuju pojedinim subjektima unutar skladišta na izvršavanje. Prednost ovakvog sustava je specijaliziranost pojedinca za obavljanje jedne vrste zadatka međutim to utječe na opadanje koordinacije između ostalih subjekata unutar skladišta.

U funkcionalnom se zadatak raščlanjuje prema sličnosti pod zadataka dok u robnom modelu glavni kriterij je vrsta robe. U takvom modelu pojedinac obavlja sav posao vezan za jednu vrstu robe i na taj način se dobivaju radnici koji brzo i efikasno

¹¹ Ibidem

obrađuju pojedinu vrstu robe. Teritorijalni model se zasniva isključivo na prostoru gdje se obavlja određeni zadatak u skladištu tako da radnik uvijek radi na istom položaju i odrađuje sve zadatke koji su predviđeni da se izvode na tom prostoru. Radi postizanja veće fleksibilnosti i veće iskoristivosti radnika u skladištu nastaje kombinirani model. Za njegovu opstojnost nužno je imati kvalitetnu kadrovsku strukturu sastavljenu od rukovoditelja skladišta, skladištara, pomoćnih skladištara te skladišnih i transportnih radnika.¹²

¹² Ibidem

3. SKLADIŠNI PROCESI

U drugom poglavlju je opisano što je to skladištenje, koje je općenita uloga i kakve su karakteristike skladišta. Danas je skladištenje robe neophodno za zadovoljavanje krajnjeg korisnika, tako može se reći da skladište ima četiri osnovna zadatka¹³:

„1. Glavna zadaća skladišta je dinamičko uravnoteženje tokova materijala dinamičko uravnoteženje tokova materijala, količinski i prostorno u svim fazama poslovnog procesa. Uz učinkovitu primjenu unutarnjeg transporta, skladište treba osigurati neprekidnost proizvodnje. Taj se kontinuitet osigurava tako da tok materijala teče po unaprijed određenom redu, planski i sustavno, bilo da se radi o ulazu sredstava za proizvodnju u proizvodni sustav, bilo o toku materijala unutar proizvodnog sustava, njegovoj preradi i doradi u procesu proizvodnje, bilo da se radi o izlazu materijala radi prodaje.

2. Proces skladištenja treba realizirati uz najniže troškove skladištenja i uz najmanja moguća financijska sredstva angažirana u zalihe.

3. U skladištu se mora održavati stalna kakvoća zaliha materijala čuvanjem, zaštitom i održavanjem fizičko-kemijskih svojstava materijala. Ne smije se dopustiti rasipanje, kvar, lom i ostale gubitke na vrijednosti zaliha.

4. Skladište treba racionalno ubrzavati tok materijala, kako bi se skratio proces poslovanja (npr. ciklus proizvodnje) i time ubrzao koeficijent obrtaja sredstava vezanih u zalihe.“

Kako bi se navedeni zadaci ispunili potrebno je osigurati da se procesi u skladištu odvijaju na način da se omogući neprestani protok robe te spriječi bespotrebno ponavljanje određenih operacija. Model sustava skladištenja treba imati u vidu u svakom trenutku znati gdje se određena roba nalazi, kolika je njena stvarna količina, u kakvom je stanju te mogućnost brzog i efikasnog odgovora na korisnikove zahtjeve.¹⁴

¹³ Ferišak, V. i sur.: Poslovna logistika, Informator, Zagreb, 1983

¹⁴ Rogić, K.: Unutrašnji transport i skladištenje-autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014

Roba u skladište najčešće dolazi zapakirana u većim jedinicama kao što su kontejner ili kamion. Unutar samog kontejnera ili kamiona roba može biti paletizirana ali i ne mora biti. Također palete mogu biti homogene ili heterogene¹⁵. Kada roba dođe paletizirana na heterogenoj paleti takvu robu potrebno preuzeti, sortirati, raspakirati te pohraniti. Ovisno o poslovanju skladišta te zahtjevima korisnika roba skladište napušta komadnom obliku, pakiranjima ili cijela paleta. Svaka takva radnja u svrhu ispunjenja skladišnog zadatka spada pod skladišne procese. Iako ih ima desetak među njima se izdvajaju četiri osnovna procesa¹⁶:

- prijem robe dospjele od strane dobavljača,
- pohrana robe u skladište,
- podizanje robe na osnovi zahtjeva korisnika i priprema za otpremu (komisioniranje),¹⁷
- otprema robe iz skladišta prema korisniku

Za napomenuti je da svaki proces prati administracija. Administrativni zadatci se smatraju dijelom navedenih procesa i služe ujedno kao pokretač svih procesa i korektivni čimbenik za ispravljanje grešaka. Danas skladišta razvijaju sustave za upravljanje (WMS¹⁸) Ovisno o stupnju razvijenosti WMS-a ovisi kompleksnost administracije koju neki autori izdvajaju kao dodatni proces dok komisioniranje pribrajaju procesu otpreme.¹⁹

Od procesa prijema do otpreme robe u skladištu se mogu realizirati i aktivnosti kao što su: prerada, kontrola na ulazu/izlazu/čuvanju, skladištenje robe, komisioniranje i sortiranje te pakiranje i priprema za otpremu na izlazu. Prerada je širok pojam koji u sebi sadrži mnogo različitih skladišnih aktivnosti koje uglavnom donose određenu dodatnu vrijednost. U velikom se broju slučajeva roba koja ulazu u skladište reorganizira i prilagođava narudžbama korisnika. Veća pakiranja pojedinih proizvoda se, ovisno o narudžbama, transformiraju u manja, kombiniraju s drugim proizvodima i otpremaju korisniku. U ovakvim sustavima administracije ima glavnu zadaću prikupljati

¹⁵ Homogena paleta sadrži istu vrstu artikla s istim karakteristikama dok heterogena paleta sadrži više različitih artikala ili isti artikl različitih karakteristika (npr. rok trajanja kod prehrambene robe)

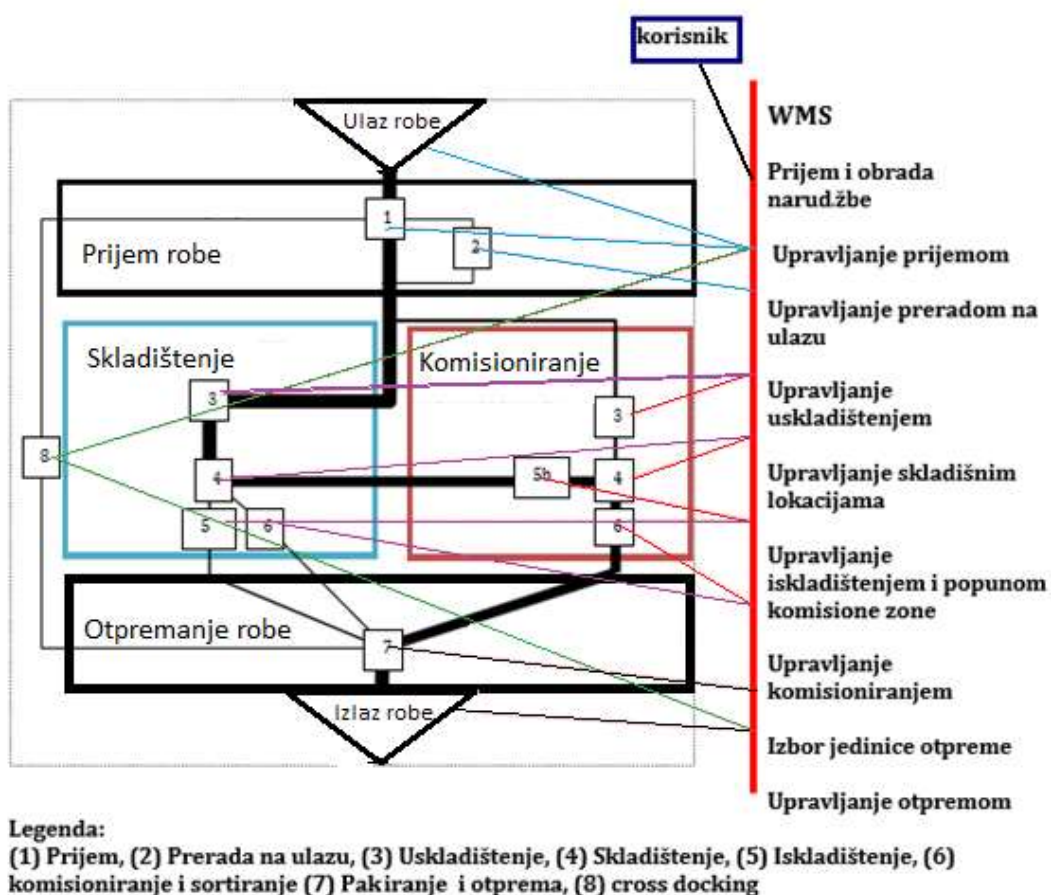
¹⁶ Đurđević B. D.; Komisioniranje upravljački aspekt, Saobraćaj 56, Beograd 2009

¹⁷ Komisioniranje potiče od njemačke riječi „kommissionierung“- proces u prikupljanja komadne robe

¹⁸ Warehouse Management System- eng. sustav za upravljanje skladištem

¹⁹ <https://www.ecommercewiki.org>, Bart Friederichs: „What_are_the_processes_in_warehousing“ 15.lipnja, 2017.

podatke o stalnim procesima u skladištu. Procesi prikupljanja, obrade i razmjene informacija jedni su od ključnih komponenti za uspješno funkcioniranje skladišta i to se odvija kroz WMS koji skladište koristi (Slika 1.). Suvremeni WMS omogućuje upravljanje skladišnim procesima u optimalnom vremenu i omogućuje zadovoljenje koncepta sustava da zna u svakom trenutku gdje se određena roba nalazi, kolika je njena stvarna količina, u kakvom je stanju.



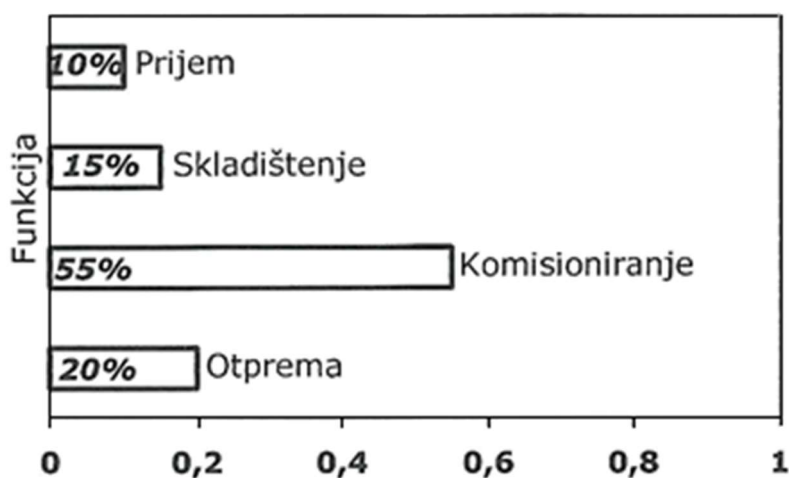
Slika 1: Osnovne aktivnosti u skladištu i njihova veza sa komponentama WMS-a

Izvor: Prilagodio autor prema: Đurđević B.D., Miljuš M.: Komisioniranje- upravljački aspekt

Već je spomenuto da je glavni cilj zadovoljiti potrebe korisnika, ali pri tome potrebno je voditi brigu pod koju cijenu se to odrađuje. Operativni troškovi skladišnih procesa variraju ovisno o broju manipulacija robom, što rezultira potrebu za većim ili manjim brojem radnika te samim time utječe na ukupne troškove cijelog skladišnog poslovanja. No bez obzira koliko se povećao ili smanjio obujam posla u nekom trenutku omjer odnosa troškova između skladišnih procesa poprima vrijednosti kako je navedeno na slici 2. Iz samog prikaza može se vidjeti da proces komisioniranja generira najveće troškove. U procesu komisioniranja se pojavljuje najveći broj radnika

i manipulacija robom te samim time povećan i broj pogrešaka zbog kojih se sami troškovi dodatno se uvećavaju. Najčešći uzroci mogućih pogrešaka su:

- specifikacija proizvoda (pakiranje, etiketiranje, netočan sadržaj, pogrešna količina robe u pakiranju i sl.)
- skladištenje (pogrešna lokacija, pogrešna oznaka lokacije, miješanje različitih vrsta roba pri slaganju)
- podizanje robe (krive informacije, vremenska stiska, pogrešna lokacija, nepotpuna dokumentacija, pogrešan unos podataka o robi/proizvodu)²⁰



Slika 2: Postotak operativnih troškova skladišta

Izvor: Đurđević B. D., Komisioniranje, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2014.

3.1. Prijem robe

Prijem robe je prvi proces na ulazu robe i počinje puno prije dolaska robe u samo skladište. Odjel nabave izrađuje najavu dolaska robe koja omogućuje izradu rasporeda iskrcavanja robe pripremu sustava za prijem robe te organiziranje ostalih aktivnosti potrebnih za sam prijem robe. Prijem je prva točka kontrole robe na ulazu i prije nego što se roba istovari u na rampu vrši se provjera robe u dolasku prema otpremnici i najavi dolaska. Ukoliko je istovar odobren roba se istovara na ulaznoj rampi skladišta. Prilikom istovara roba se prvobitno odlaže u zonu za iskrcavanje gdje

²⁰ Rogić, K., Autorizirana predavanja kolegija *Skladištenje i unutrašnji transport*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2008.god., str.58.

se vrše dodatne ulazne kontrole poput ocjenjivanja kvalitete, prebrojavanje i sl. Ponekad je potrebno obaviti raspakiravanje robe ukoliko je pristigla pakirana u veće jedinice ili je pakirana na heterogenim paletama. Kada se proces zaprimanja završi roba se odvozi do mjesta pohrane. Ukoliko se skladište nalazi uz proizvodni pogon roba ne dolazi preko ulazne rampe, već se iz proizvodnog dijela skladište roba odlaže u zonu prijema gdje se dalje odvija proces zaprimanja. Ovisno o samom poslovanju skladišta određeni koraci se preskaču ili se rade dodatne aktivnosti. Među standardnim aktivnostima koje je kod procesa prijema potrebno obaviti su²¹:

- definiranje zone istovara
- bilježenje podataka o dolasku vozila
- provjera dokumentacije
- osiguranje vozila za iskrcaj
- iskrcaj vozila
- slaganje vozila u zoni prijema
- provjera robe (stanje, količina)
- premještanje robe iz prijemne zone skladišta

Koraci u procesu prijema robe su jednaki za svu vrstu robe i kako bi se taj proces čim više ubrzao i učinio pouzdanijim često se izrađuju jasne smjernice za zaprimanje robe. Na taj način radnik treba pratiti samo korake koji su unaprijed određeni čime se smanjuje i mogućnost pogreške. U skladišnom poslovanju ovaj je proces važan iz razloga što greška u ovom koraku se odražava na sve ostale korake. Primjera radi ukoliko se zaprimi više ili manje od pristigle količine može doći do manjka robe prilikom komisioniranja u slučaju zaprimanja više od pristigle količine ili u slučaju zaprimanja manje količine u sustavu će se voditi da robe nema dok će ona zauzimati mjesto u skladištu i u slučaju prehrane dovesti do potrebe za uništavanjem ako istekne rok trajanja. Stoga kontrola kvantitete i kvalitete se često obavlja dva puta. Prvi puta fizički prilikom prebrojavanja i drugi puta izbrojana količina se uspoređuje s otpremnicom.

Sam način procesa prijema robe određuje se prema potrebama pojedinog skladišta. Tvrtka ovisno o obujmu poslovanja mora procijeniti koliko resursa treba

²¹ Ibidem

utrošiti. Tako veličina prijemnih zona ovisi o količini i intenzitetu dolaska robe što također utječe na način prijema robe. Nekoliko je osnovnih načina zaprimanja poput:²²

- Ne zaprimanje – roba se iz odgovarajućih razloga poput neispravne ili nepotpune dokumentacije ili nezadovoljavajuće kvalitete na prijemu odbija
- prijem robe na slijepo – zaprima se stvarna količina robe neovisno o dokumentaciji koja kvantificira robu. Iako vrlo jednostavan način prijema nedostatak je što nema ograničenja što se sve može zaprimiti po ulazu
- bar code - svako ulazno pakiranje se skenira prema barkodu artikla.
- izravan prijem - izravno slanje zaprimljene robe u prostor skladišta, štedi se vrijeme i prostor za sortiranje ulazne robe i pogodno je za isti artikl
- cross docking – ujedno i način otpreme podrazumijeva slaganje ulazne robe odmah na pravce namijenjene za otpremu bez pohrane
- procedura s oštećenom robom – često iziskuje zapisnik o nastaloj šteti i povlači prvi navedeni način ne zaprimanje slanje oštećene zapakirane robe pošiljatelju, osim ako nije drugačije dogovoreno pa slijedi prepakiranje i odvajanje ispravnog od neispravnog dijela, uništavanje cijele ili dijela pošiljke koji se ne može popraviti
- rukovanje s povratnom ambalažom - stalna provjera vrste i količine povratne robe/ambalaže što privlači sve više pozornosti u logistici pogotovo kada za određenu vrstu robe vrijednost ambalaže premašuje vrijednost same robe(npr. mineralna voda u staklenim bocama).

3.2. Pohrana robe u skladište

Kada skladište zaprimi robu i pripremi je za odlaganje u prostor skladišta vrši se pohrana robe. Određivanja skladišnog prostora gdje je potrebno smjestiti robu ovisi o načinu funkcioniranja skladišta i njegovoj strategiji. Ovisno o vrsti robe, a i samom poslovanju skladišta robu je moguće smjestiti na unaprijed određeno mjesto za tu robu

²² Ibidem

ili na prvo slobodno mjesto koje uoči skladišni radnik, ili sustav upravljanja skladištem sam ponudi slobodnu lokaciju gdje se može roba pohraniti. Nakon odlaganja robe potrebno je zabilježiti mjesto na koje je odložena kako bi se u svakom trenutku znalo gdje se roba nalazi te kako bi se ubrzao proces pronalaska i podizanja robe sa skladišta. Ovdje je bitno uzeti u obzir stratešku funkciju skladišta i prilagoditi način pohrane robe svim segmentima poslovanja, jer ono što u početku izgleda kao najbolje trenutno rješenje u konačnici može generirati dodatne troškove. Ovisno o potrebama različitih skladišta razvijeno je nekoliko sustava za pohranu robe:

1. Sustav pamćenja
2. Sustav s fiksnim lokacijama
3. Sustava sa zonama
4. Sustav sa slučajnim lokacijama
5. Kombinirani sustav

3.2.1. Sustav pamćenja

Svi sustavi su zasnovani na pamćenju, no danas to uglavnom se „pamti“ u WMS-u dok ovdje je slučaj da to radi čovjek. Sustavi zasnovani na pamćenju- su relativno jednostavni sustavi bez velike količine papirologije ili unosa podataka. Same prednosti sustava su razumljivost, mala papirologija, iskoristivost prostora te nije nužno povezivanje lokacije skladišta i jedinice na skladištu. Uvjeti u kojima ovakav sustav može biti efikasan su:²³

- mali broj skladišnih lokacija
- mali broj artikala u skladištu
- asortiman robe je stalan ili vrlo malo primjenjiv
- mala ukupna dimenzija skladišta
- karakteristike robe omogućuju laku vizualnu identifikaciju i razlikovanje od druge robe
- u skladištu radi mali broj radnika, najčešće jedna osoba

²³ Beker, I.: Upravljanje zalihama, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, 2011

- radnik u skladištu nema nijedno drugo zaduženje
- ne postoji veliki broj skladišnih transakcija

Budući da ovaj sustav je maksimalno oslonjen na čovjeka i njegovu sposobnost pamćenja, a na kraju i o njegovom raspoloženju, naruši li se neki od navedenih uvjeta pada kvaliteta i efikasnost ovog sustava. Nedostatak je velika ovisnost organizacije skladišta o osoblju, ovisnost rezultata o uvjetima rada i mogućnost gubitka robe ili previda. Ukoliko radnik odloži robu gdje se inače ne odlaže ta vrsta robe i to zaboravi, ta roba se smatra „izgubljenom“, jer radnik ju više ne može pronaći osim slučajno.

3.2.2. Sustav s fiksnim lokacijama

Glavna karakteristika ovog sustava da se određenoj vrsti robe ili posebno svakom artiklu dodjeli stalna lokacija i ništa drugo se ne može pohraniti na tu lokaciju. Budući da je lokacija namijenjena samo jednoj vrsti robe u slučaju kada te robe nema na stanju ta lokacija ostaje prazna čime se smanjuje mogućnost maksimalne iskoristivosti skladišnog prostora i čini sustav krutim po tom pitanju. Rješenje ovog nedostatka bi bilo da se sistemski promijeni vrsta robe koja će se odlagati na tu lokaciju tj. da se vrsti robe koje trenutno nema u skladištu dodijeli lokacije koja nije toliko pristupačna.

S druge strane ovakav sustav ima više prednosti. Kako prilikom pohrane kada radnik brzo pronalazi lokaciju gdje će robu odložiti ukoliko se osloni na pamćenje gdje stoji ta vrsta robe, tako i prilikom komisioniranja radnici brzo pronalaze robu. Druge prednosti su što je potrebno manje vrijeme za obuku radnika, mogućnost kontrole načina punjenja, mogućnost optimiziranja rutiranja pozicije robe na skladištu u svrhu skraćivanja vremena otpreme te mogućnost optimiranja smještaja ovisno o veličini, težini, otrovnosti i ostalim značajkama robe.

3.2.3. Sustav sa zonama

Na principu sustava s lokacijama samo u proširenom obujmu rada zonski sustav se formira prema karakteristikama robe po principu roba određenih karakteristika smješta u određenu zonu namijenjenu takvoj robi. Ovakav način rada omogućuje izolaciju (siguran smještaj) određene vrste roba ovisno o njenim značajkama (npr. razdvaja robu koja zahtijeva temperaturni režim). Radi jednostavnosti promjene zona moguće je lako iskoristiti prednosti koje nudi takav sustav i tako učiniti uštede u samom poslovanju. Čest je primjer da određena vrsta roba zahtijeva kontroliranu temperaturu. Trošak održavanja temperature bi bio znatno veći kada se hladi cijelo skladište nego kada se izdvoji zona koja će biti prilagođena za rad u temperaturnom režimu. Prednosti zonskih sustava:²⁴

- omogućuje izolaciju (siguran smještaj) određene vrste roba ovisno o njenim značajkama,
- omogućuje fleksibilnost pri premještanju roba iz jedne zone u drugu, ili pri kreiranju zona na različite načine,
- omogućuje dodavanje roba unutar jedne zone bez premještanja velike količine postojećih roba da bi se stvorio dovoljan prostor na određenoj lokaciji,
- omogućuje fleksibilnost u planiranju.

Dok zbog nedostataka ne preporučuje se u slučaju potrebe za vrlo učinkovitim rukovanjem i operacijama s robom. Iako ima bolju iskoristivost od sustava s fiksnim lokacijama vrlo lako može doći do smanjenja iskoristivosti prostora u slučaju smanjenja količine robe u toj zoni. Taj prostor stoji ne iskorišten do ponovne popune. Problem može i predstavljati dodatno administriranje koje je neophodno u ovom sustavu kako bi se konstantno pratila i popunjenost zone i kretanje robe među zonama.

²⁴Rogić, K., Autorizirana predavanja kolegija *Skladištenje i unutrašnji transport*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2008.god.

3.2.4. Sustav s slučajnim lokacijama

U ovakvom sustavu ne postoji ni jedna unaprijed određena lokacija za neku robu, ali prilikom pohrane sustav zna gdje je roba odložena. Svaka lokaciju u ovom sustavu ima jedinstvenu adresu prema kojoj se prati popunjenost skladišta. Budući da se roba može odložiti na bilo koju lokaciju ovakav sustav postavlja osnove za maksimalno iskorištenje skladišnog prostora. Osim visokog stupnja iskorištenja ovakav sustav je dizajniran da u svakom trenutku omogućuje kontrolu robe na točno određenoj poziciji. Naravno kako bi bio u stanju to omogućiti nužno je redovito ažurirati podatke o operacijama u skladištu kako bi se roba na lokacijama mogla pratiti i sistemski i fizički. Ažuriranje se provodi automatizmom u računalnom sustavu ili ručnim unosom izmjene podataka.

3.2.4. Kombinirani sustav

Kombinirani sustavi su posljedica potrebe skladišta za značajkama više različitih sustava. On omogućuje podjelu skladišta na kakve god načine skladište ima potrebu to napraviti. Tako se pojavljuju sustavi koji stvaraju zone prema različitim uvjetima poput stupnja zaštite, klimatskih uvjeta, vrijednosti robe, a zatim unutar zona određuju fiksne lokacije gdje se određena roba nalazi. Ne rijetko fiksne lokacije se dodjeljuju roba koja se kontinuirano izmjenjuje u skladištu dok roba koja se povremeno zaprima odlaže na slučajne lokacije. Unutar zone se mogu stvarati i pod zone. Primjer kada u zoni prehrane napravi podjela između robe čiji rok trajanja se znatno razlikuje poput kave i krem namaza. Kombinirani sustavi se uvijek prilagođuju karakteristikama robe kojom skladište manipulira.

3.3. Podizanje robe- komisioniranje

Podizanje robe ili komisioniranje potiče od njemačke riječi „kommissionierung“, dok se u novije vrijeme koristi i izraz „pikiranje“ (dolazi od engl. „Pick up“ - što označava radnju podizanja robe). Označava proces u skladištima komadne robe i uključuje sve

prateće aktivnosti izdvajanja tržene robe prema vrsti i količini u konačnom cilju ispunjenja narudžbe korisnika. Komisioniranje jedna je od najkritičnijih skladišnih operacija ponajviše jer od svih procesa i najviše košta kako je prikazano na slici 2. . Ovaj dio procesa predstavlja središnji dio protoka robe između dobavljača i kupca te se također u ovom dijelu skladišnih procesa najviše ističe sposobnost i stručnost skladišnog osoblja. Komisioniranje je prisutno u gotovo svim vrstama skladišta, od malih pričuvnih pa sve do velikih centralnih skladišta. Izbor sustava komisioniranja je ključan, a osnovni faktori za odabir određenog sustava su:

- karakteristika robe (veličina, težina, broj jedinica u pakiranju, broj pakiranja na paleti, lomljivost, tražena temperatura skladištenja)
- karakteristike protoka proizvoda kroz skladište (da li se pojavljuje puno zahtjeva za malom količinom ili malo zahtjeva za većom količinom)
- veličina narudžbe (broj proizvoda, ukupna težina)
- broj narudžba na dnevnoj bazi
- karakteristike ulaznih i izlaznih tokova (paleta, mješovita paleta, paketi i sl.)
- cijena rada
- cijena zemljišta i objekata.

U cilju zadovoljenja navedenih faktora pojavljuju se različiti tipovi komisioniranja koje karakterizira različita kombinacija opreme i strategija komisioniranja²⁵ Komisioniranje je kompleksna aktivnost unutar svakog skladišta i dosad su razvijeni mnogi i sustavi komisioniranja. Za svaki sustav je tražena metoda koja će najviše odgovarati potrebama skladišta te se u različitim uvjetima primjenjuju i različiti načini komisioniranja. Istraživanjem različitih metoda sa svrhom skraćivanja puta komisioniranja potrebno je svakom problemu pristupiti individualno i pronaći pristup koji daje najučinkovitije rješenje za zadani problem.²⁶

²⁵ Đurđević B. D.: Komisioniranje, Univerzitet u Beogradu Saobraćajni fakultet, Beograd 2014

²⁶ Đukić G.: Istraživanje komisioniranja u regalnim skladištima, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb 2004

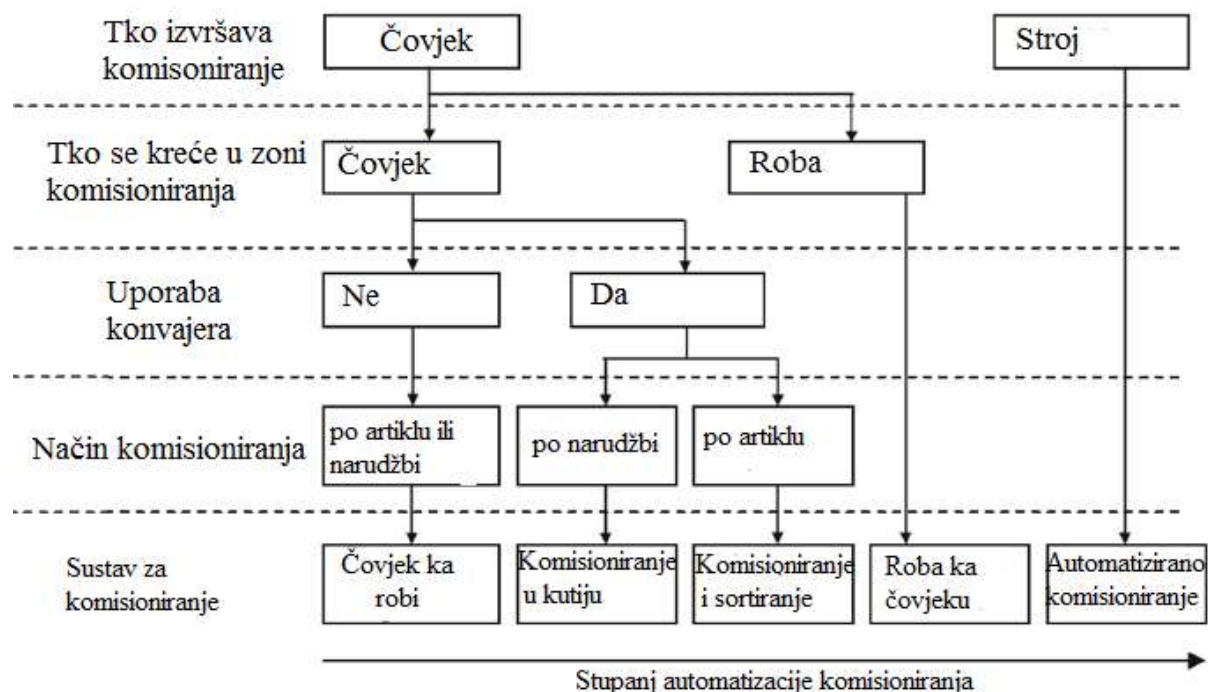
3.3.1. Sustavi komisioniranja

Na osnovu gore navedenih faktora sa tehnološkog aspekta sustavi za komisioniranje dijele se na:

- Čovjek ka robi
- Roba ka čovjeku
- Automatski sustavi

Koji će se sustav koristiti određuje se algoritmom prikazanom na slici 3. Ovisno o veličini pakiranja postoji pet razina komisioniranja:

- podizanje paleta- palete se prikupljaju u cjelini sa cjelokupnim sadržajem
- prikupljanje redova- prikupljaju se pojedini redovi kartona sa paleta
- prikupljanje po kutijama- podizanje kutija sa artiklom u skladištu
- prikupljanje internih pakiranja- podizanje unutarnjeg pakiranja u kartonu
- pojedinačno prikupljanje pojedinog artikla iz skladišta.²⁷



²⁷ Rogić K., Autorizirana predavanja kolegija *Skladištenje i unutrašnji transport*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2008.god.

Slika 3: Prikaz načina odabira sustava za komisioniranje

Prilagodio autor prema Matic H., An Approach to Order Picking Optimization in Warehouses, University of Ljubljana, Ljubljana, 2012

U sustavu „čovjek ka robi“ radnik prilikom realizacije procesa odlazi pješke ili na manipulativnom sredstvu do skladišnih lokacija s ciljem da bi izdvojio potrebnu količinu traženih jedinica robe. U ovakvom načinu komisioniranja skladišna tehnologija se zasniva na: paletnim regalima, protočnim regalima, policama za ručno odlaganje i protočnim policama.

Paletni regali su najšire korišteni u skladišnom poslovanju. Mogu biti jednostruki i dvostruki. U sustavima s ovakvim regalima najčešće donja zona se koristi za komisioniranje, dok je gornja zona tu radi pričuve i osiguranja kontinuiteta skladišnog poslovanja(Slika 4).



Slika 4.: Prikaz paletnog regala

Izvor: Đurđević B. D., Komisioniranje, Saobraćajni fakultet, Beograd,2014.

Protočni regali (slika 5.) su uglavnom namijenjeni za paletiziranu robu. Karakterizira ih nagib polica do 5 stupnjeva i horizontalnim kanalima uz primjenu pogonjenih valjaka. Skladištenje paletne jedinice se vrši s jedne strane regala, a iskladištenje s druge. Na ovaj način rade na FIFO (first in first out) principu. Najjednostavnije su police za ručno odlaganje (slika 6). Imaju niske troškove instalacije i održavanja, ali zahtijevaju veće skladišne prostore i veći angažman radne snage. Koriste se u manjim skladištima, često uz prodajni prostor, sa robom koja se komisionira komadno poput ljekarne.



Slika 5. Prikaz protočnih regala sa kotačićima

Izvor: Martin Murray, "Order Picking in the Warehouse," About.com Logistics and Supply Chain Guide, 2012.



Slika 6.: Police za ručno odlaganje

Izvor: Đurđević B. D., Komisioniranje, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2014

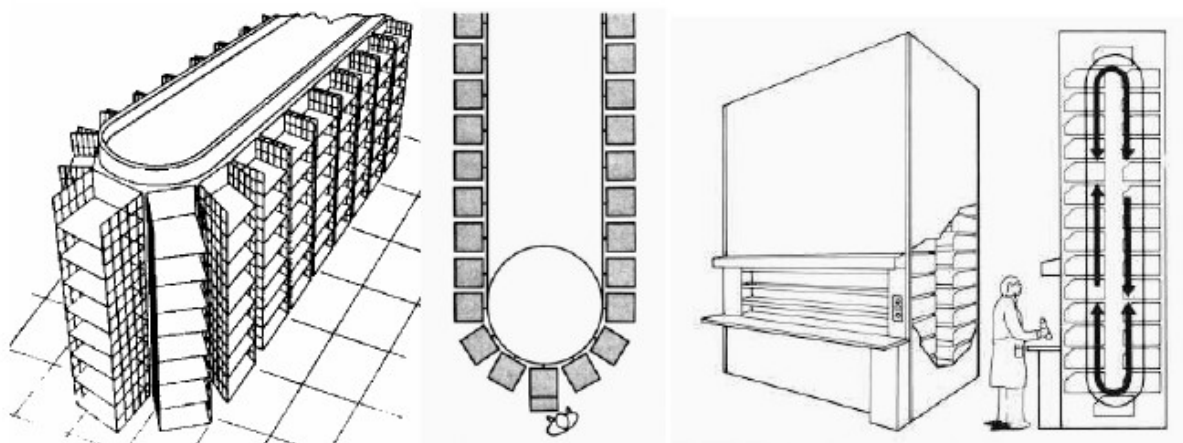
U suprotnom smjeru kretanja „roba ka čovjeku“ smanjuje se vrijeme hoda radnika u skladištu. Uzimajući u obzir činjenicu da 55% vremena prilikom komisioniranja se troši na transport unutar skladišta, ovakvi sustavi komisioniranja imaju značajnu prednost u odnosu na ostale²⁸. Potreban je manji udio ručnog rada, nema transportnih putova nije potreban obilazak skladišnih lokacija, zbog čega raste produktivnost operatora i smanjuje se potreba za radnom snagom. Budući da roba dolazi ka čovjeku nije potrebno profiliranje. Tipični sustavi roba k čovjeku uključuju skladištenje robe u sustavima s vrlo uskim prolazima ili automatiziranim sustavima za pohranu robe. U tom slučaju lokacija skladišne jedinice određena je značajkama

²⁸ Martin Murray, "Order Picking in the Warehouse," About.com Logistics and Supply Chain Guide, 2012

sustava za pohranu, također rezultira višim stupnjem iskorištenja skladišnog prostora. Načelno, potreban skladišni prostor u ovakvim sustavima je manji od potrebnog prostora za skladištenje u uobičajenim skladišnim sustavima. Sigurnost je bitna značajka ovih sustava jer operator ne hoda po skladištu i ima pristup robi koju treba komisionirati. Tehnologije koje se uglavnom koriste u sustavu „roba ka čovjeku“ su:

- karuseli horizontalni i vertikalni
- AS/RS (Automated Storage and Retrieval System) za veće i manje jedinice

Karuseli podsjećaju na niz polica koje su povezane u neprekidnom lancu. Police kruže oko stacionarnih točaka donoseći željenu robu do operatera koji skida robu s polica. Tako roba dolazi operateru, a ne operater robi. Karuseli se dijele u dvije skupine: vertikalni i horizontalni (slika 6.). Dok se Horizontalni koriste za skladištenje robe široke potrošnje, vertikalni se uglavnom koriste za pohranjivanje dokumenata ili lijekova. Vertikalni karuseli učinkovito iskorištavaju visinu prostorije u kojoj se nalaze.



Slika 6.: Prikaz Karusela: horizontalni (lijevo) i vertikalni (desno)

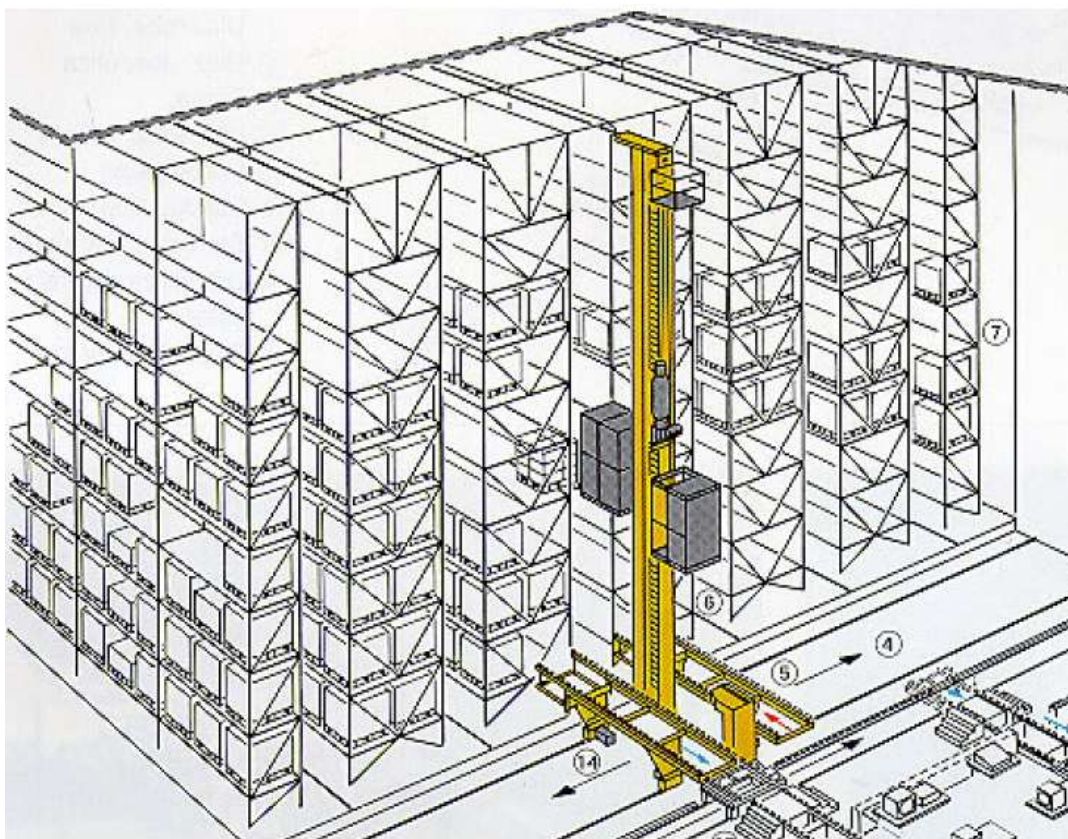
Izvor: Đurđević B. D., Komisioniranje, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2014 [2]

AS/RS predstavlja složenu tehnologiju koja objedinjuje mnogo elemenata skladištenja i manipulacije robom, a također uključuje elemente računalnog upravljanja. Na neki način je to automatizirano skladište. Sastoji se od jednog ili više paralelnih prolaza s visokim paletnim regalima sa svake strane prolaza. Prolazom se kreće regalski sлагаč, tj. stroj koji je implementiran u skladište i sastavni je dio istoga (slika 7.). AS/RS može se koristiti za komisioniranja paleta, ali i manjih manipulativnih jedinica. U tom slučaju se koristi standardizirane posude u kojima se roba pohranjuje.

Dok navedena dva sustava se uglavnom oslanjaju na čovjeka automatski sustavi za komisioniranje koriste se robotima i drugom transportnom mehanizacijom. Pretežito koriste za manipulaciju s manjim jedinicama. Uspješnost ovakvih sustava zahtjeva izgradnju automatiziranog skladišta. Automatizirano skladište najčešće se sastoji od skladišta kao građevinske cjeline i automatskog sustava za skladištenje, odnosno automatiziranog viličara. Postoje dvije varijante projektiranja takvog automatiziranog skladišta:

- Projektiranje industrijskog robota, odnosno industrijskog viličara prema postojećem skladištu.
- Projektiranje i izrada skladišta prema dimenzijama i mogućnostima iskonstruiranog industrijskog robota odnosno viličara.

Sama izgradnja automatiziranog skladišta generira velike troškove i ima visoke troškove održavanja. Sustav automatskog komisioniranja zahtjeva visoka ulaganja za svoju implementaciju te se opravdanost visokog ulaganja pronalazi se u izrazito velikom broju narudžbi koje ovakav sustav može obraditi.



Slika 7.: Prikaz skladišta s AS/RS sustavom komisioniranja

3.3.2. Metode komisioniranja

U navedenim sustavim koji se koriste za komisioniranje robe postoje različite metode komisioniranja. Osnovne metode su²⁹:

- Diskretno komisioniranje
- Zonsko komisioniranje
- Grupno komisioniranje
- Kombinirano komisioniranje
- Komisioniranje na mah

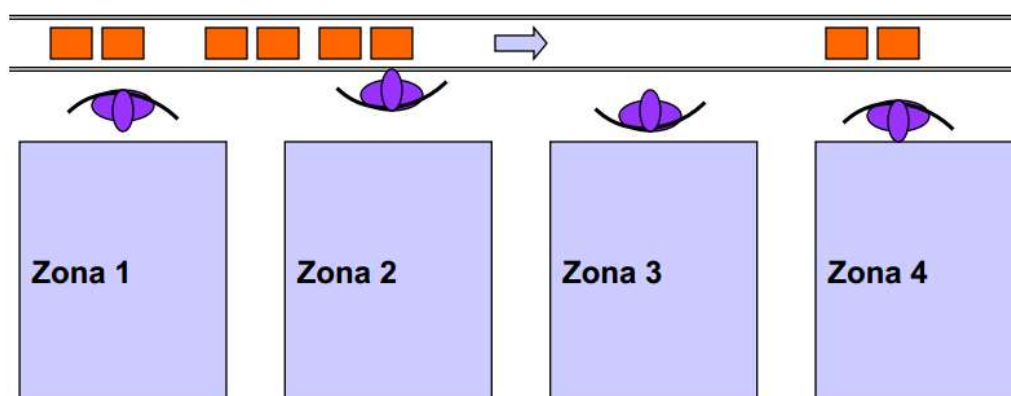
Prilikom diskretnog komisioniranja ili pojedinačnog, jedan operater uzima jednu narudžbu i kreće se po skladišnom prostoru i izdvaja traženu robu. Po završetku, kada izdvoji sve tražene artikle s narudžbe transportira robu u zonu za otpremu gdje se vrši pakiranje robe. Glavne prednosti ovog načina komisioniranja su jednostavnost, brza reakcija prema korisniku i smanjena mogućnost pogreške jer se ne narušava integritet same narudžbe. S druge strane ovaj način se dosad pokazao kao najmanje produktivan način komisioniranja zbog dugog vremenskog intervala potrebnog za ispunjenje narudžbe. Optimizacija ovakvog načina komisioniranja se može postići na više načina, a jedan od njih je napraviti efikasnu rutu komisioniranja kojom će se unutarnji transport svesti na minimum.

Suprotno diskretnom načinu je zonsko komisioniranje u kojem se svakom operateru dodjeljuje određeni dio skladišnog prostora ili zona. Veličina zone može biti promjenjiva. Operator kome se dodijeli određena zona obavlja proces komisioniranja isključivo u toj zoni. Prilikom zaprimanja narudžbe, isključivo jedne narudžbe ne više njih, operatoru su vidljivi samo artikli koje on prikuplja i po završetku komisioniranja transportira robu u konsolidacijsku zonu gdje se okrupnjuje s ostalim dijelovima narudžbe iz ostalih zona. Ovakvim načinom komisioniranja se vrši znatna ušteda na putu komisioniranja tj. potrebno je znatno manje vremena po jedinici proizvoda svakom operateru, također se operator vrlo brzo upoznaje s svom robom koja se nalazi u njegovoj zoni što znatno ubrzava proces komisioniranja. Nasuprot navedenim

²⁹ Rogić, K., Autorizirana predavanja kolegija *Skladištenje i unutrašnji transport*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2008.god

uštedama na vremenu ne smiju se zaboraviti troškovi koji se stvaraju dodatnim sortiranjem i okrupnjavanjem narudžbe prilikom pakiranja i otpreme. Vrlo često sustavi u kojima se koristi zonsko komisioniranje sadrže i pokretnu traku na koju svaki operater odlaže svoj dio narudžbe(slika 8.).

Kombinacijom pojedinih karakteristika iz diskretnog i zonskog komisioniranja stvara se grupno komisioniranje. Ovakav pristup komisioniranju zahtjeva nakupljanje određenog broja narudžbi prije samog početka komisioniranja. Operater zaprima dvije ili više narudžbi i istovremeno prikuplja robu za sve narudžbe. Očito je glavna prednost ove metode smanjenje vremena po putu komisioniranja što znatno povećava učinkovitost ove metode pogotovo kod manjih pojedinačnih pakiranja. Nedostatak u grupnom načinu komisioniranja je narušavanje integriteta narudžbe i rizik od pogreške pri sortiranju prilikom otpreme robe.



Slika 8.: Zonsko komisioniranje uz pokretnu traku

Prilagodio autor prema „Rogić, K., Autorizirana predavanja kolegija Skladištenje i unutrašnji transport, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2008.god“

Metoda „prikupljanje na mah“ ne predstavlja način na koji se obavlja proces komisioniranja, već označava da se proces komisioniranja obavlja u određenom vremenskom razdoblju. Ova metoda se koristi kada je potrebno strogo poštivati određene vremenske rokove. Primjer može biti kada je potrebno se uskladiti s vremenom otpreme, kako proces komisioniranja ne bi odgodio proces otpreme robe.

Kombinirana metoda je spoj prve tri navedene metode. Kombinacije može sadržavati dvije metode a može i sve tri navedene. Kombiniranjem ovih tri metoda

komisioniranja raste fleksibilnost u samom procesu i nastoji se dodatno optimizirati sam proces.



Slika 9: Prikaz operatera prilikom grupnog komisioniranja

Izvor: <https://www.vanderlande.com/warehousing/innovative-systems/order-fulfilment/>

3.3.3. Načini komisioniranja

U navedenim sustavima komisioniranja i prilikom korištenja bilo koje od navedenih metoda za komisioniranja postoje različite tehnologije koje se koriste kroz proces komisioniranja. Ovisno o tehnologiji kojom se sustav koristi za upravljanje procesom komisioniranja određuje se i način kako se provodi kompletni proces. Podjela tehnologija se bazira na upotrebi papira, tako su prisutne tehnologije koje zahtijevaju papir i one koje funkcioniraju bez papira:

Tehnologije s upotrebom papira koriste papirnate liste naloga za komisioniranje. Pri tome koriste, olovku ili bar code čitač za označavanje odrađenih radnji. Proces počinje tako da čovjek ili računalo procesiraju narudžbe i napravi izlazni nalog komisioniranja u papirnoj formi. Skladišni radnik s tim nalogom obilazi navedene lokacije jednu po jednu i uzima traženu robu ili bilježi ukoliko neka roba djelomično ili u potpunosti nedostaje. Velika prednost ovog sustava je niska cijena uvođenja i primjene. U skladištima s dobro obučenim radnicima ovaj sustav funkcionira bez većih problema. U protivnom događat će se pogreške pri samom komisioniranju što će izazvat manjkove odnosno viškove na stanju te na otpremnicama.³⁰

Tehnologije koje funkcioniraju bez papira u rukama radnika koji komisioniraju pružaju elektronsku podršku cijelo vrijeme. Po zastupljenosti primjene izdvajaju se:

- sustavi upravljanja primjenom RF uređaja
- sustavi upravljanja Pick-to-light
- sustavi upravljanja primjenom Pick-to-voice.

Ovakvi sustavi zahtijevaju viske investicije i prilikom implementacije i tijekom rada. Velika mana je mogućnost „pada“ informatičkog sustava koji pruža podršku, što znači da u tom trenutku prestaju se komisionirati svi nalozi dok se sustav ne podigne. Porastom stupnja računalne sigurnosti svakog dana ove tehnologije omogućuju veću produktivnost i samog radnik i cijelog skladišnog sustava. Zbog načina kako je organiziran proces komisioniranja radnik ima slobodne ruke i nije opterećen čitanjem praćenjem linije naloga na papiru, ne treba razmišljati u kojem smjeru se kretati da

³⁰ Đurđević B. D., Razvoj modela za izbor i uobličavanje komisione zone, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2013.

dođe do robe i još mnogo drugih aktivnosti koje su ga nepotrebno opterećivale. Prednosti ovih tehnologija mogu se izvući kroz :³¹

- redukciju vremena traženja artikla
- oslobađanje ruku za manipulativne aktivnosti
- reduciranje pogrešnog odabira artikala i količina što rezultira smanjenje troškova osoblja za kontrole i povratne tokove
- optimizaciju ruta komisioniranja
- mogućnost obrade hitnih narudžba s prioritetom
- ažuriranje zaliha kroz interaktivno komisioniranje
- podršku kontinuiranoj kontroli zaliha
- reduciranje sigurnosne zalihe zbog kontrole nivoa zaliha
- mogućnost memoriranja podataka o aktivnostima
- reduciranje vremena obuke novog osoblja.

Od navedenih tehnologija „Pick-to-voice“ je najpristupačnija, a nudi sve navedene prednosti, radi čega je i najzastupljenija kada su u pitanju tehnologije bez papira. Budući da pri radu računalo proizvodi i prima glasovne naredbe mana samog sistema je otežano razumijevanje glasa, rad u okruženju povećane razine buke te mogućnost ne prihvaćanja naredbi. „Pick-to-light“ sustav za vođenje komisionara koristi displej za prikaz lokacije i količine potrebnog artikla. Displej može biti instaliran na regalu (slika 10), a i kao pomoć pri komisioniranju iz karusela, protočnih regala i polica. Dok sustavi upravljanja primjenom RF uređaja temelje se na primjeni RF komunikacijskih veza za povezivanje komisionara i centralnog računala u realnom vremenu. Ovaj sustav podrazumijeva primjenu sustava za automatsku identifikaciju koji pomaže u pronalaženju i potvrđivanju skladišne lokacije kao i jedinica izdvojene robe. Pogodan je za primjenu kod većih pojava oblika robe dok kod jedinične robe-komada može biti nepogodan te je financijski još uvijek ova tehnologija preskupa za skladišta robe široke potrošnje.³²

³¹ Ibidem

³² Ibidem



Slika 10.: Prikaz uporabe „pick to light“ sustava

Izvor: <https://lightningpick.com/products/pick-to-light/>, 05. rujna, 2017.

3.4. Otprema robe

Otprema robe je proces u kojem se iskomisnirana roba priprema za slanje daljnjem korisniku i s njom završava proces čuvanja robe u skladištu. Nakon što je roba iskomisionirana ona se sortira i raspoređuje na izlaznim rampama prema vremenskom rasporedu otpreme. Prije nego roba se utovari na prijevozno sredstvo obavlja se kontrola koja provjerava da li količina robe navedene na otpremnici odgovara količini robe koja se otprema kako bi se smanjio broj netočnih isporuka i samo nezadovoljstvo kupaca, a ujedno i osiguralo kako se u skladištu ne bi pojavili fizički viškovi/manjkovi robe u odnosu na stanje u sustavu. Isto tako i troškovi koji nastaju prilikom povrata robe koja se pogrešno isporučila. Proces otpreme podrazumijeva i izradu prateće dokumentacije koja ide uz robu i druge administrativne aktivnosti vezane za dokumente o bi i račune za izdavanje robe. Kako u svakom procesu tako i u procesu otpreme postoji više različitih načina kako se roba otprema. Kao što je spomenuto ranije ovisno o strategiji poslovanja skladišta mogu se formulirati i načini otpremanja robe. Kako bi se razvio dobar način otpreme treba jasno donijeti sljedeće stavove:

- definiranje i razumijevanje trenutnih zahtjeva korisnika i budućih trendova u njegovom poslovanju
- odabir najpogodnijeg oblika prijevoza

- odabir optimalnog načina ukrcaja vozila, koji se temelji na zahtjevima korisnika i mogućnostima prijevoza
- projektiranje zone za prikupljanje robe koja se temelji na načinu ukrcaja vozila i analizi roba koja se otprema
- uvođenje i korištenje informatičkih sustava pri optimizaciji i kontroli sustava.³³

Jedan od načina otpreme je da se roba koja je ušla u skladište izravno prosljeđuje na otpremu te se takav način naziva trenutni cross docking. Također postoji i opcija gdje je tok robe od prijemne do otpremne zone, a sama otprema se obavlja kasnije te se taj proces naziva budući cross docking. Za takvu vrstu tokova potrebna je veća površina zone za prikupljanje roba. Cross docking (eng. unakrsno odlaganje, križanje - odnosi se na križanje tokova robe) je logistički sustav nastao kao reakcija na sustave čija je funkcija ubrzati protok robe i eliminirati zalihe u opskrbnim lancima. No, to nije jednostavno i povlači za sobom mnoge izazove. JIT³⁴ je rezultirao pojavom većeg broja robnih tokova i bilo je potrebno pronaći rješenje kojim će se tokovi optimizirati bez da se prekidaju. Takva skladišta su pretovarni terminali gdje umjesto većeg broja pojedinačnih dostava maloprodajnim subjektima, proizvedena se roba dovozi na jednu lokaciju – cross-dock terminal. Tamo se sortira s drugom sličnom robom ovisno o relaciji za koju je namijenjena i bez dugotrajnog zadržavanja³⁵

³³ Ibidem

³⁴ JIT – engl. „Just in time“ kratica koja označava strategiju smanjenja zaliha na stanju

³⁵ Cicvarić B.: „Znate li što je Cross-docking?“, <http://www.fpz.unizg.hr/prom/?p=2374>, 05. rujna, 2017

4. PRIKAZ I ANALIZA POSTOJEĆIH SKLADIŠNIH PROCESA U TVRTKI

Radi zaštite poslovanja tvrtke u radu nigdje neće biti naveden naziv tvrtke, točno definirana roba s kojom tvrtka radi niti bilo koji drugi podatak koji bi ukazivao o kojoj tvrtki je riječ. Analiza postojećeg stanja je sprovedena u tvrtki čija je primarna djelatnost prerada sirovina i proizvodnja svježih, polutrajnih i trajnih prehrambenih proizvoda koji zahtijevaju strogo kontrolirane uvjete proizvodnje, pohrane čuvanja i distribucije. Kroz sve procese u tvrtki se redovito vrši nadzor kvalitete. Glavni subjekt u poslovanju tvrtke je logističko distributivni centar (dalje u tekstu LDC) koji objedinjuje sve logističke procese na jednom mjestu. Uz LDC tvrtka svoje poslovanje obavlja i kroz još šest ispostava u svih većim gradovima, no one služe uglavnom kao dodatni ured odjela prodaje te nisu značajni u ovoj analizi.

4.1. Logističko-distributivni centar tvrtke

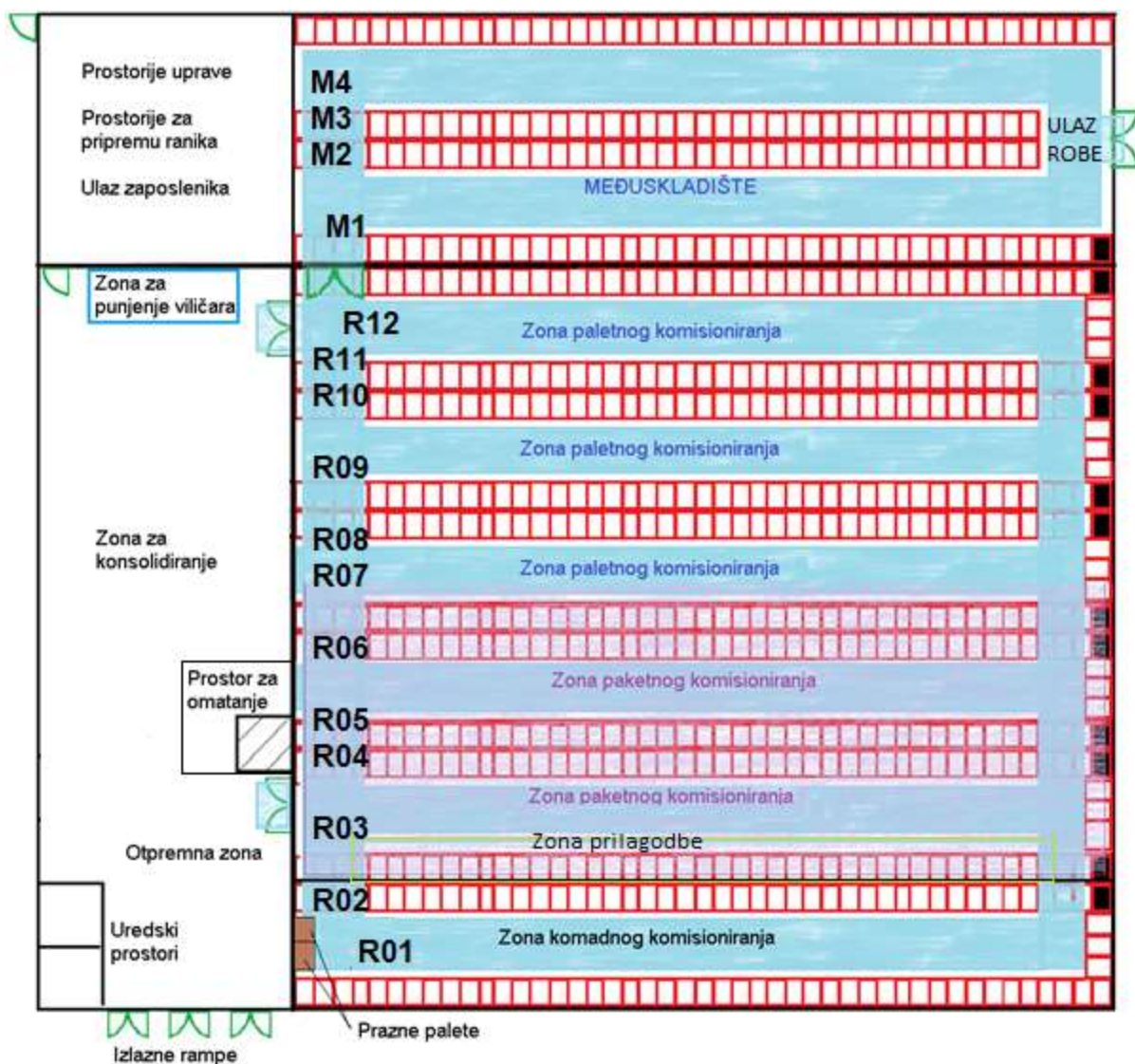
Uprava, skladište, tvornica i svi drugi dodatni objekti nalaze se na površini od tristo tisuća četvornih metara. Budući da je primarna djelatnost proizvodnja, a potom distribucija, LDC se sastoji od tri zasebna prostora u sklopu jednog kompleksa. U početku je tvrtka funkcionirala sa skladištem sirovina i proizvodnim pogonom te je gotove proizvode odmah otpremala u skladište vanjskog suradnika na pohranu. Nakon promjena strukture upravljanja u tvrtki nova uprava ulaže u modernizaciju proizvodnih pogona, skladišne tehnologije i proširuje sam prostor u kojem danas tvrtka posluje. Cijeli LDC se prostire na trideset dvije tisuće četvornih metara od čega je veći dio objekta izgrađen na dvije razine dok se uprava i administracija nalaze na trećoj razini. Proizvodni pogon je glavni subjekt unutar LDC-a. Sa pripadajućim prostorima za pripremu i doradu u proizvodnji, proizvodni pogon prostire se gotovo na dvije trećine kompleksa. Većina prostora proizvodnog pogona koristi za privremeno odlaganje za potrebe:

- provjere kvalitete
- dodatne obrade
- pakirnice
- laboratorija
- administrativne obrade

Navedeni prostor pribraja se proizvodnom pogonu jer roba koja se nalazi u tim procesima nije dostupna na stanju u otpremnom skladištu, a nije više ni sirovina. S jedne strane proizvodnog pogona se nalazi skladište sirovina gdje roba dolazi od dobavljača sirovina. U skladištu sirovina roba se razvrstava i priprema za proizvodnju ovisno kojoj proizvodnoj liniji je namijenjena. S druge strane proizvodnog pogona nalazi se otpremno skladište tj. skladište za pohranu gotovih proizvoda koji su prošli sve procese u proizvodnji, dostupni su na stanju i mogu se otpremati prema klijentima. Skladište za pohranu gotovih proizvoda (u daljnjem tekstu „skladište“) se sastoji od tri odvojena prostora kada se isključi prostor koji se ne koristi u skladišnim procesima (prostor za upravu i dolazak radnika, slika 11). Dva prostora spadaju u zonu gdje se pohranjuje roba:

- međuskladište
- zona komisioniranja
- kontrolna zona - prostor za druge manipulativne radnje s robom prije nego se otpremi.

Svaka paletna pozicija je točno određena jedinom takvom adresom u skladištu. Oznaka sadrži naziv artikla samo na fiksnim lokacijama, a na svim se lokacijama nalazi bar code koji je povezan s samom adresom. Na slici 12. su prikazane dvije adrese. Adresa se sastoji od jednog slova i tri broja. Slova mogu biti M, P i R. M označava adrese u „među skladištu“ na svim razinama, R označava visinske razine u „zoni komisioniranja“, dok P se koristi za prizemne lokacije. Prva dva broja označavaju broje regala kako je prikazano na slici 11.. Druga dva broja označavaju adresu u redu gledajući s lijeva na desno. Lokacije bliže kontrolnoj zoni imaju broj „01“. Treći broj u adresi označava razinu. Trenutno „1“ je prizemna razina, a „5“ posljednja razina. Adresa „R03-01-3“ prikazana na slici 12 označava poziciju u trećem regalu koji je na slici 11. još označen kao prostor prilagodbe jer sadrži robu i za komadno i paketno komisioniranje. Broj „01“ u adresi znači da je to prva pozicije gledajući s lijeva na desno, a „3“ znači da je na trećoj razini slaganja postavljena paleta.



Slika 11: Tlocrt skladišta

Artikl 1 300g		P01-01-1
Artikl 2 750g		R03-01-3

Slika 12.: Prikaz izgleda adrese lokacije

4.2. Značajke skladišnog sustava

Zbog temperaturnog režima u kojem radi, skladište pripada grupi skladišta specijalne namjene. Hladnjače i kondicionirana skladišta su skladišni objekti

zatvorenog tipa koji omogućuju u skladišnom prostoru održavanje određenog klimatskog režima, drugačijeg od okoline, neophodnog za očuvanje kvalitete pohranjene robe. Imaju veliku ulogu u robnim tokovima lakopokvarljive robe³⁶. Zbog osjetljivosti robe provode se stroge kontrole u pogledu zadovoljenja sanitarnih uvjeta radi čega je svo radno osoblje u skladištu uvijek u radnoj odjeći koja je predviđena isključivo za prostor u kojem se radnik obavlja radna zaduženja i ne smije prelaziti iz jednog prostora u drugi prostor osim ukoliko nije odobreno od strane kontrole kvalitete. Nadalje prema vrstama skladišta iz tablice 1. skladište tvrtke spada u skupinu skladišta koja služe za pohranu gotovih proizvoda u kartonskoj ambalaži. Za pohranu robe prema skladišnoj tehnologiji koju koristi ovo skladište spada u statična regalna skladišta. Prema načinu pozicioniranja veći dio robe ima unaprijed određenu lokaciju gdje se treba roba pozicionirati dok se ostala roba koja nije određena fiksnom lokacijom odlaže na nasumičnu slobodnu lokaciju. Prema organizacijskoj funkciji spada u centralno skladište koje ujedno služi kao i skladište za komisioniranje. Pošto je uz proizvodni pogon ima ulogu otpremnog skladišta u proizvodnom kanalu.

Regali su sastavljeni od modula za tri paletna mjesta, broj modula po regalima se razlikuje ovisno o potrebi za ostavljanje prostora za transportni put. Regali uz vanjske zidove skladišta (na slici 11. regali prvi odozgo i prvi odozdo) sadrže četrnaest modula tj. četrdeset i dva paletna mjesta u jednoj razini slaganja. Uz desni zid (na slici 11) se nalazi šest odvojenih modula što dodaje osamnaest paletnih mjesta u jednoj razini. Uz zid koji razdvaja prostore „međuskladišta“ i „zone komisioniranja“ je postavljeno trinaest modula, dok je preostalih dvanaest redova regala sastavljeno od dvanaest modula što daje gotovo 430 paletnih mjesta. Ukupan broj paletnih mjesta u jednoj razini iznosi 615 mjesta od kojih osam mjesta zauzimaju noseći betonski stupovi. Dopuštena visina slaganja u skladištu iznosi devet metara i šestdeset centimetara. Visina regala je podijeljena u pet razina po 180 centimetara visine za pohranu s pet razina slaganja na 607 dostupnih paletnih mjesta skladište ima ukupni kapacitet od 3020 paletnih mjesta.

Prilikom pakiranja najčešće se koristi kutija dimenzija 25x15x15 centimetara te dimenzije 30x20x15cm. Dopuštena masa odlaganja po lokaciji iznosi ukupno 350

³⁶ Rogić, K., Autorizirana predavanja kolegija *Skladištenje i unutrašnji transport*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2008.god

kilograma zajedno s paletom. Na paletu se roba slaže do maksimalne dopuštene mase robe na paleti što znači da visina palete ovisi o težini kartonskog pakiranja. Prema zatečenom stanju najčešća visina složene palete, s devet redova, iznosi 150 centimetara zajedno s visinom palete.

Uz prostore za pohranu se nalazi prostor površine pet stotina četvornih metara koji je podijeljen prema namjeni prostor za administraciju, prostor za punjenje viličara, prostor za omatanje palete prije otpreme, prostor za konsolidaciju te otpremna zona uz izlazne rampe.

4.3. Organizacija skladišta

Prostori za pohranu robe međuskladište i zona komisioniranja služe za pohranu iste vrste robe. Jednaka roba se nalazi u oba prostora, razlika je u administrativnoj obradi podataka za tu robu. Roba u prostoru „međuskladište“ nije dostupna za komisioniranje i ne može biti otpremljena kupcu dok roba u „zoni komisioniranja“ je dostupna za kupca.

4.3.1. Međuskladište

„Međuskladište“ prima robu iz proizvodnog pogona. U proizvodnom pogonu, u posljednjem koraku u odjelu pakirnice, roba se pakira u odgovarajuću ambalažu, najčešće kartonsku. Potom se slaže na paletu i unose se svi podaci vezani za tu robu u WMS. Svaka paleta na sebi sadrži isti artikl, s istim datum proizvodnje isti serijski broj proizvodnje i isti datum roka trajanja robe. U „pakirnici“ se paleti dodjeli čestica pod kojom će se voditi ta paleta u WMS-u. „Pakirnica“ tada daje nalog „međuskladištu“ da je roba spremna za pohranu. Skladišni radnik iz „međuskladišta“ zaprima paletu, kontrolira da li fizički količina i podaci o robi odgovaraju prema najavi ulaza robe u skladište. Najavu ulaza šalje kontrolor iz „pakirnice“ nakon što je paleta kompletirana. Ukoliko količina robe na paleti je jednaka onoj koja je najavljena, radnik u „međuskladištu“ potvrđuje količinu u WMS-u i dodjeljuje broj paleti po kojim će ta ista biti zabilježena u WMS-u. Potom odlaže paletu na lokaciju u „međuskladište“ koju WMS predloži putem skenera. Ukoliko se količina na paleti razlikuje od količine

navedene na otpremnici, provjerava s kontrolorem u pakirnici zbog čega postoji razlike i zaprima ispravnu količinu na stanje.

Kapacitet „međuskladišta“ je sedamsto pedeset i pet paletnih mjesta, smješten na četiri reda regala. U njegovom prostoru sve manipulacije obavlja jedan skladišni radnik u smijeni s jednim visokoregalnim viličarom (slika 13.). Pohranjivanje i podizanje robe u „međuskladištu“ se radi isključivo na cijelu paletu. Prilikom ulaza i izlaza na „međuskladište“ paleta mora biti homogena i ne smije biti raspakirana, osim u slučajevima kada dođe do oštećenja robe. Tada oštećenje mora biti prijavljeno od strane skladišnog radnika i usklađeno sa WMS-om.

4.3.2. Zona komisioniranja

U zonu komisioniranja roba dolazi iz „međuskladišta. Nakon što je tamo ispravno zaprimljena i pozicionirana, sukladno potrebama komisioniranja iz „međuskladišta“ se prebacuje potrebna roba. Taj proces se naziva premještaj ili nadopuna. Prema podjeli naznačenoj na slici 11. „zona komisioniranja“ se dijeli prema SKU na tri podzone:

- zona komadnog komisioniranja
- zona paketnog komisioniranja
- zona paletnog komisioniranja

i potrebno je svakodnevno nadomjestiti robu koja nedostaje u svakoj podzoni kako bi se proces komisioniranja odvijao se po pravilima. Podzone su napravljene sa svrhom sprečavanja nepotrebnom raspakiravanja cijelih paleta, ili otvaranja cijelih kartona. U komadnoj zoni se prilikom komisioniranja naloga podiže i samo jedan artikl ako tako traži nalog. Svaki artikl iz asortimana koji je klijentima ponuđen na komad, ima označenu fiksnu lokaciju na kojoj se treba nalaziti točno taj artikl i ukoliko tog artikla nema na toj lokaciji skladišni radnik ne smije uzeti isti artikl s druge lokacije. Isti scenarij se odvija i kod paketnog komisioniranja jedina razlika je kako i naziv kaže najmanja količina koja se može komisionirati je kompletna zapakirana kutija.



Slika 13.: Visoko regalni viličar

Izvor: <http://www.skladisna-logistika.hr/toyota-vilicari/regalni-vili%C4%8Dari/>, 01.rujna, 2017.

Postoje artikli koji se mogu komisionirati i komadno i paketno i tada je moguće da se taj artikl nalazi ili u jednoj ili u drugoj podzoni. Zbog toga što radnje komadnog i paketnog komisioniranja obavljaju skladišni radnici pomoću ručnog viličara ili regálnih kolica roba je sva smještena na prizemnim lokacijama. Na visinskim lokacijama iznad fiksnih lokacija za komisioniranje najčešće se nalazi puna paleta robe za potrebe nadopune prizemnih pozicija. Podzona paletnog komisioniranja obuhvaća, osim označenoga područja na slici 11., sve visinske lokacije u prostoru „zona komisioniranja“.

Komisioniranje obavljaju dva skladišna radnika s viličarima zadužena za manipulacije s punim paletama te više skladišnih radnika s ručnim viličarom. Ovisno o sezonalnosti poslovanja broj radnika u skladištu se proporcionalno prilagođava.

4.3.2. Konsolidacijska zona

Nalazi se između „zone komisioniranja“ i izlaznih rampi i obuhvaća prostor gdje se obavljanju završne manipulacije s robom. Roba nakon što je komisionirana skladištar je odlaže u kontrolnu zonu. Radnik zadužen za izlaznu kontrolu uspoređuje fizičko stanje robe na paleti u odnosu na otpremnicu. Ukoliko sve odgovara pošiljka se omata u plastičnu foliju i odlaže na prostor izlazne rampe gdje čeka utovar. Osim prostora za konsolidaciju tu se nalazi mjesto za punjenje baterija viličara te uredske prostorije za skladišnu administraciju.

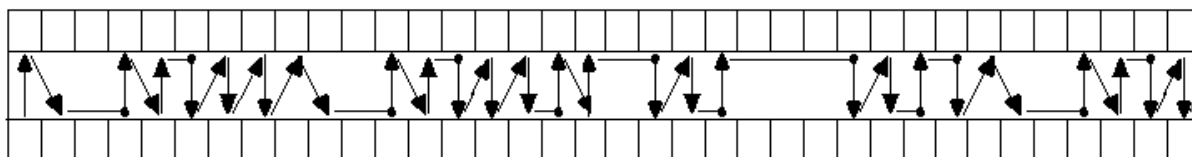
4.4. Komisioniranje

Kako je spomenuto u poglavlju 4.3.2. postoje tri različita tipa komisioniranja, no sva tri načina se odvijaju prema istom scenariju. Prema narudžbi klijenta WMS kreira izlazni nalog za robu. Prilikom kreiranja izlaznih naloga WMS odrađuje potrebne prethodne radnje:

- nalog za nadopunu lokacije- WMS uspoređuje naručenu količinu s trenutnom količinom koja se vodi na lokaciji te ukoliko ustanovi manjak daje nalog za nadopunom tog artikla na fiksnoj lokaciji
- kreiranje rute kretanja – prilikom kreiranja naloga, linije naloga su posložene po unaprijed određenom rasporedu kretanja po principu „slovo S“ ili „zmija“ kako je prikazano slikom 14. gdje svaka strelica označava kretanje radnika do lokacije gdje je podignuo traženi artikl s lokacije

Algoritam za kreiranje nadopuna i izlaznih naloga za cijele palete ima jedan ključan uvjet rok trajanja što znači da se roba s ranijim istekom roka trajanja prva postavlja na lokaciju za komisioniranje. Kod kreiranja izlaznog naloga za komadno i paketno komisioniranje uvjet s rokom trajanja i težinom paketa su već ranije ispunjeni. Rok je zadovoljen ranijom nadopunom, a fiksne lokacije su tako složene da prva lokacije na nalogu ima artikl s najvećom pojedinačnom masom³⁷

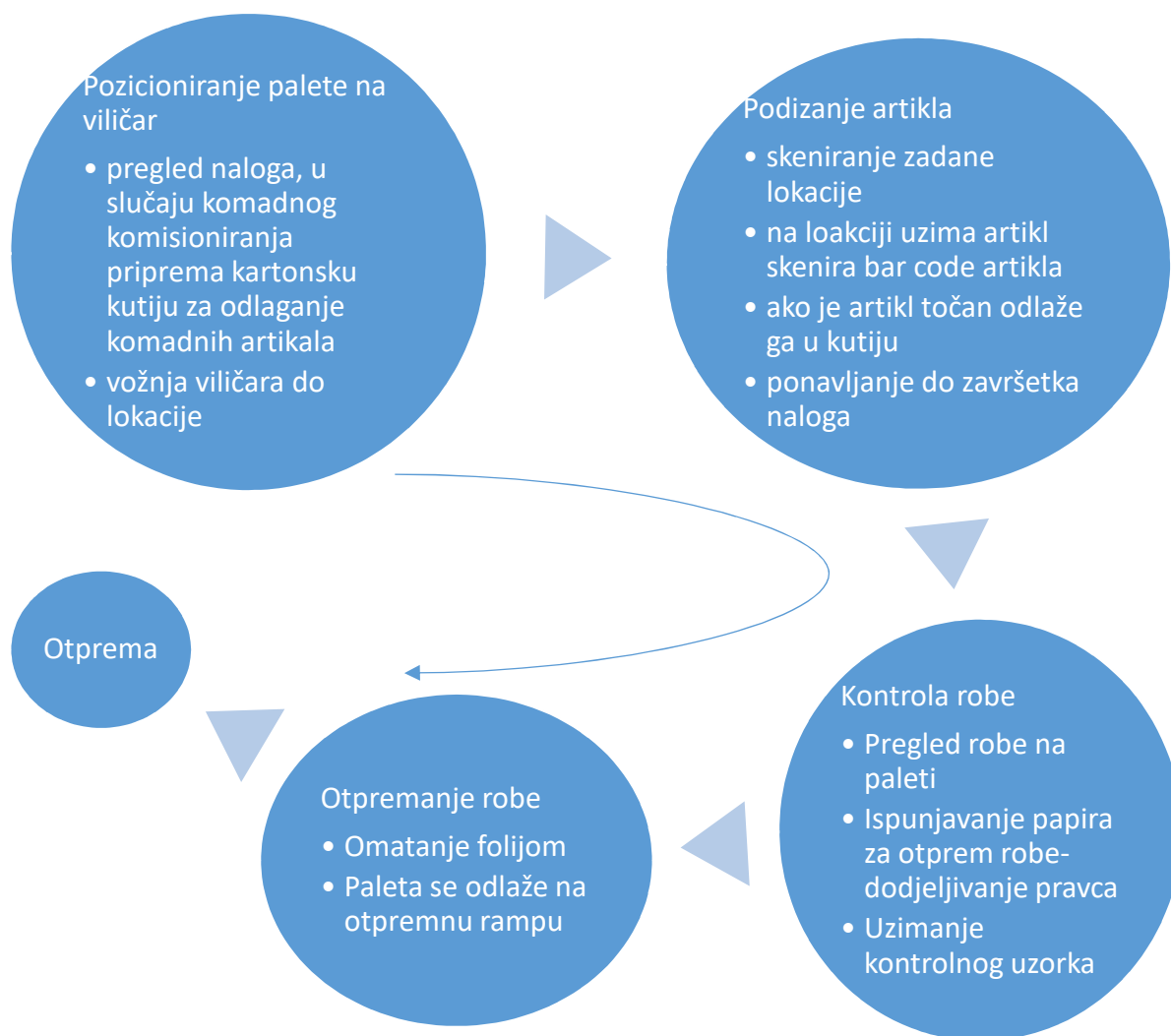
³⁷ „pojedinačna masa“ označava masu SKU, kod komada to je masa jednog komada, kod paketa to je masa cijelog paketa



Slika 14.: Prikaz rute komisioniranja „slovo S“

Nakon što je roba postavljena na lokacijama za komisioniranje radnik dobiva izlazni nalog i počinje proces komisioniranja. Na ulazu u zonu komisioniranja su dvije lokacije s praznim paletama koje radnik uzima na početku svakoga naloga. Daljnji koraci su opisani dijagramom:

Dijagram 1.: Proces obrade naloga komisioniranja



5. PRIJEDLOG POBOLJŠANJA I UNAPREĐENJA PROCESA

Unapređenje skladišnog poslovanja u tvrtki je napravljeno prije više od deset godina. Tada je skladišni sustav dizajniran i prilagođen prema tadašnjim potrebama tvrtke s planiranim rastom kroz naredni period. Prilikom planiranja uzeti su u obzir svi zahtjevi koji se mogu naći pred tvrtkom. I skladišni prostor, kapacitet i tehnologije su planirane da osiguraju pružanje usluge konstantno. Proteklih deset godina kasnije očito je da nisu pogriješili. Međutim unazad dvije godina porasla je potražnja za robom, a budući da proizvodni pogoni nisu radili u punom kapacitetu, povećala se i proizvodnja. Samim time javljaju se problemi u sezoni proizvodnje i potreba za dodatnim skladišnim kapacitetima. I dok se skladište bori s prepunjenosti, veliki broj narudžbi predstavlja izazov za komisioniranje. Potrebno je obraditi znatno veći broj narudžbi u istom vremenu i istom prostoru. Povećanje broja radne snage je isprva pomoglo no trenutno dodatna radna snaga u skladištu bi stvorila gužvu što bi značajno usporilo cijeli proces te se traže druga rješenja.

Roba nakon komisioniranja i kontrole čeka na konsolidaciju prije nego se pozove kamion na utovar robe. Tvrtka koristi vlastita prijevozna sredstva te u sezoni unajmljuje vanjske prijevoznike i nastoji maksimalno koristiti plaćene kapacitete. U jednom prijevoznom sredstvu se može nalaziti roba za više klijenata, ovisno o veličini narudžbe i lokacijama klijenata. U takvim slučajevima komisionirana roba namijenjena za mješoviti utovar čeka završetak komisioniranja ostalih naloga s kojima će biti utovarena na prijevozno sredstvo. Ne rijetko u sezoni se događaju situacije kada velika količina robe, koja čeka radi kašnjenja prijevoznog sredstva, završetka komisioniranja drugih naloga ili robe u povratu, onemogućući učinkovito funkcioniranje i zatrpava kontrolnu zonu. Ovaj problem se rješava na operativnoj razini i ne vide potrebu za značajnijim promjenama.

5.1. Skladišni kapacitet

Operativni kapacitet skladišta je 3020 paletnih mjesta na regalima. Visina jednog paletnog mjesta je 180 cm, što nakon oduzimanja visine palete i prostora za manipulaciju iznad palete ostavlja 150 cm za slaganje robe. Volumni kapacitet jednog paletnog mjesta iznosi 1,44 kubična metra, što znači da ukupni volumni kapacitet skladišta je 4348,80 kubičnih metara. Slaganje robe na paletu je ograničeno masom. Maksimalna dopuštena masa robe na paleti ne smije biti iznad 330 kilograma. Zbog uvjeta ograničenja mase volumni kapacitet paletnog mjesta se ne može uvijek iskoristiti do kraja. Prema zatečenom stanju visina složene robe na paleti iznosi 135 centimetra s devet redova kartonskih pakiranja na paleti. Trenutno koeficijent iskorištenja volumnog prostora paletnog mjesta je 0,9³⁸. Prijedlog mjera poboljšanja ide u smjeru povećanja iskorištenja volumnog kapaciteta paletnog mjesta. Ova mjera uključuje fizičke promjene u skladištu i promjenu logistiku slaganja robe na paletu za određenu robu. Budući da palete koje na sebi imaju složenih devet redova robe od predviđenih 180 cm ona koristi 165 cm. Kada bi se visina robe složene na paletu smanjila na osam redova potrebna visina za odlaganje bi bila 150 cm. Ukoliko visine regalnih modula smanje na 150 cm otvorila bi se mogućnost za stvaranje šeste razine odlaganja.

Tablica 2.: Logistički podaci složene palete

	Dimenzije kartona	Broj kartona u redu	Broj kartona na paleti	
			Prije	Poslije
Kutija 1	30x20x15	16	144	128
Kutija 2	25x15x15	25	225	200
Prosjek			184,5	164
Razlika			20,5	
Broj redova			9	8

³⁸ Volumen iskorištenja paletnog mjesta obuhvaća prostor za slaganje robe. Ne uključuje visinu palete 15 cm ni prostor potreban za manipulaciju paletom 15 cm iznad robe nakon što bude odložena

Navedene dimenzije, tj. visina kartonskog pakiranja od petnaest centimetara korištena je na nešto više od 70% lokacija u skladištu. Kada bi se navedene izmjene koristile na svih 70% skladišnih lokacija, što je moguće, budući da svaki regalni modul od tri lokacije je neovisan o drugome, bitno je samo da su jedan iznad drugog prilikom ovakvog slaganja. Skladište je složeno od 1020 modula, tlocrtno to je 204 modula. Promjena visina bi se odnosila na sve module u visini što znači da tlocrtno bi se moglo promijeniti 143 modula, što znači novim slaganjem imali bi 143 modula raspoložive visine od 150 cm složenih u šest razina i šezdeset i jedan modul raspoložive visine 180 cm složenih u pet razina. U broju paletnih mjesta to iznosi

$143 \text{ modula} * 3 \text{ paletna mjesta} * 6 \text{ razina slaganja} = 2547 \text{ paletnih mjesta}$

$i \ 61 \text{ modul} * 3 \text{ paletna mjesta} * 5 \text{ razina slaganja} = 915 \text{ paletno mjesto}$

čime je ukupan broj paletnih mjesta povećan na 3462 mjesta kako je prikazano u tablici 3.

Tablica 3.: Prikaz broja paletnih mjesta i broja kartona na paletama prije i poslije izmjene

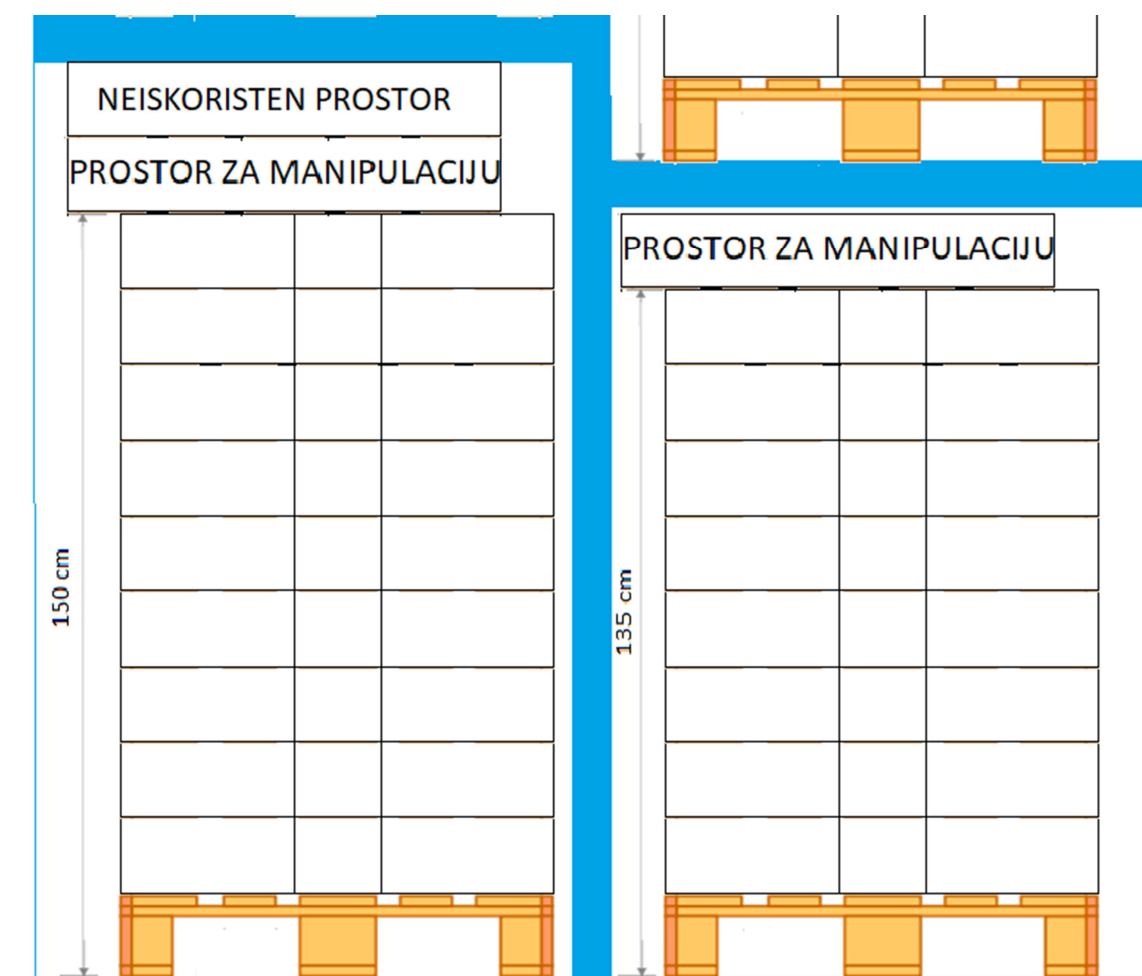
	Raspodjela paletnih mjesta		Broj uskladištenih kartona	
	Prije	Poslije	Prije	Poslije
70% lokacija	2145	2547	395753	417708
30% lokacija	915	915	168818	168818
Ukupno	3060	3462	564571	586526
Razlika	402		21955	

S obzirom da nove visine zahtijevaju micanje jednog reda prilikom slaganja robe na paletu u sljedećem koraku je ispitan ukupni učinak ove promjene. Budući da je 915 lokacija ostalo ne promijenjeno provjera je napravljena usporedbom količine odložene robe na 2145 lokacije s devet redova na paleti i 2547 lokacija s 8 redova na paleti. Promjena je uzrokovala smanjenje kutije 1 s početnih 144 na 128 kartonskih pakiranja po paleti, dok kutija 2 ima smanjenje s početnih 225 na 200 kartonskih pakiranja po paleti što znači da u prosjeku broj kartonskih pakiranja na paleti je smanjen s 184,5 na 164, odnosno 20,5 kartonskih pakiranja manje po paletnom mjestu (tablica 2.).

Tablica 4 Prikaz iskorištenja volumena paletnog mjesta

Dopuštena visina slaganje robe na paletu	150 cm	120 cm
Visina slaganja robe na paletu	135 cm	120 cm
Broj lokacija	915	2547
Iskorištenja volumena palete	0,9	1
Ukupno iskorištenje volumena paleta	0,974	

Dalje u izračunu je korišten prosječan broj kartona na paleti. Na 70% od ukupnog broja lokacija na kojima je napravljena izmjena, njih 2145, skinuto je s palete po 20,5 kartonskih pakiranja. Ukupno smanjenje broja kartonskih pakiranja na pet razina slaganja iznosi 43972 pakiranja. Na nove 402 lokacije koje su dostupne na šestoj razini slaganja moguće je pohraniti 65928 pakiranja. U konačnici opisana izmjena skladišnih regala kako je prikazano na slici 14 i 15., donosi prostor za dodatnih 21956 kutija u skladištu. S gledišta iskorištenja volumena paletnog mjesta 915 lokacije je ostalo na 0,9, dok novih 2547 lokacija ima maksimalno iskorištenje volumena paletnog mjesta. S time ukupan stupanj iskorištenja volumnog prostora paletnog mjesta je podignut na 0,973.



Slika 15 Prikaz zauzetosti prostora paletnog mjesta prije(lijevo) i poslije izmjene (desno)

Izradio autor



Slika 16.: Prikaz regala prije (lijevo pet razina) i poslije promjene (desno s šest razina slaganja)

Izradio autor

5.2. Optimizacija komisioniranja

Sam proces komisioniranja ne ostavlja previše prostora za poboljšanja. WMS i skladište su sinkronizirani i prilagođeni točno karakteristikama robe kojom skladište manipulira. Kod direktnog komisioniranja izlaznih naloga nije teško primjetiti da je transportni put radnika maksimalan ukoliko zahtijeva podizanje robe sa svake lokacije i prati redoslijed lokacija kako ih je odradio WMS. No stvarno stanje se razlikuje od zamišljenoga. Radnik sebi smanjuje transportni put tako što dolaskom na jednu lokaciju osim što ozima robu s zadane lokacije, odmah podiže robu i sa susjednih lokacija ako je tražena na nalogu. Ono što predstavlja problem su sljedeće pojave:

- pogrešna roba na lokaciji
- prazna lokacija

Do prvog problema dolazi isključivo zbog nemara radnika. Radnik prvo bitno uzima artikl s lokacije koja nije na nalogu. Nakon što uoči da je pogriješio, uzeti artikl ne vraća na prvo bitnu lokaciju nego ju odlaže na najbližu. Svoju grešku je ispravio no za posljedicu postoji vjerojatnost da svaki sljedeći radnik koji dođe na lokaciju s pogrešnim artiklom podigne krivi artikl ili u najboljem slučaju gubi vrijeme na uočavanje greške i ponovno podizanje ispravnog artikla, te taj artikl ukoliko u propisanom vremenu se vrati na prvo bitnu lokaciju postaje nekurentna zaliha.

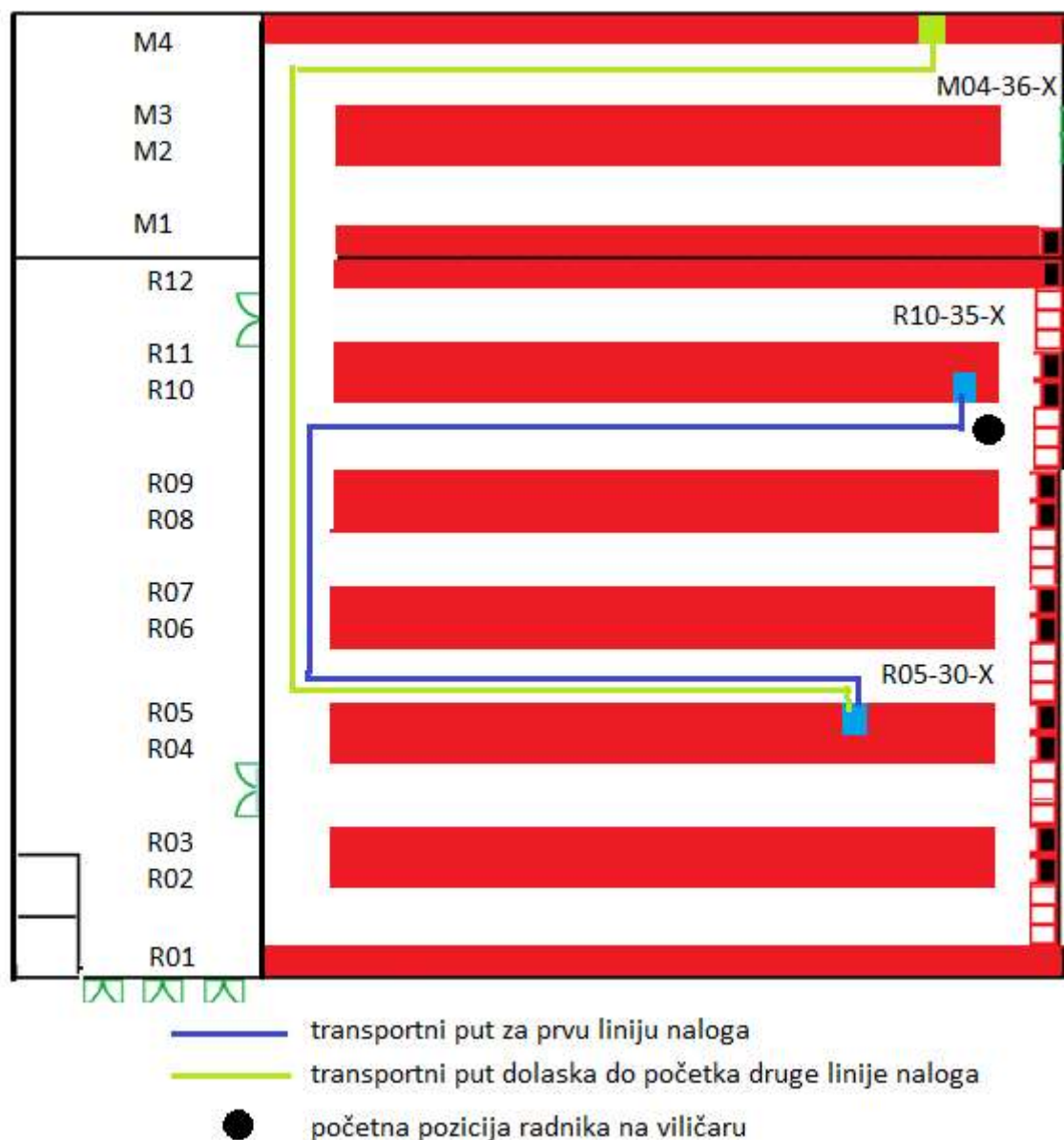
Drugi problem je vezan za nadopune. WMS automatski kreira naloge za nadopunu lokacija za komadno i paketno komisioniranje no nužno je nalog u papirnatom obliku predati skladišnom radniku da se nadopuna fizički odradi. Sam proces nadopune je gotovo optimalan zbog roka valjanosti robe kao glavnog kriterija za prioritet otpreme robe. Ono što WMS ne uzima u obzir, a moglo bi donijeti uštede na vremenu i prijeđenom putu je kriterij najbliže lokacije. Ovaj kriterij se može primijeniti i kod redovne nadopune i kod premještanja paleta iz „međuskladišta“ u „zonu komisioniranja“. WMS redovito kreira naloge za popunjavanje slobodnih lokacija u „zoni komisioniranja“. Prilikom kreiranja obraća pozornost na to koja je roba ranije pozicionirana. Tako kod robe s istim rokom valjanosti prednost za izuzimanjem ima paleta koja je prva pozicionirana. Primjer kada se roba s istim rokom trajanja nalazi u sedmom, osmom i jedanaestom regalu, no pri odlaganju pozicionirana je prvo paleta u jedanaestom redu. Nadopuna koju kreira WMS nalaže podizanje palete u jedanaestom redu popunjavanje lokacije u podzoni komadnog komisioniranja u

drugom regalu. Tada nalog traži da paleta smještena u jedanaestom regalu prebaci na drugi regal, a taj proces s uvjetom najbliže lokacije, umjesto iz jedanaestog regala da povuče paletu iz petog reda, mogao skratiti put premještanja palete i ukupno vrijeme trajanja procesa.

U nastavku je prikazan izračun na temelju naloga nadopune koji trenutno kreira WMS (tablica 5.) i kako bi isti nalog izgledao sa uvjetom najbliže lokacije (tablica 6). U tablicama 5 i 6. pozicija podizanja palete označava adresu lokacije s koje radnik s viličarem podiže paletu i premješta je na adresu koja je navedena desno u stupcu pozicije odlaganja palete. Prva linija naloga zahtijeva podizanje palete s lokacije „R10-35-X“. Paletu radnik na viličaru premješta i odlaže na adresu „R05-30-X“. Prvi stupac pokazuje koliki put prevali radnik na viličaru s paletom dok ju ne odloži, a drugi stupac pokazuje udaljenost koju radnik s viličarom prevali do dolaska na adresu s koje treba podići paletu prema drugoj liniji naloga „M04-34-X“ kako je prikazano na slici 17. Razina s koje podiže robu i na koju odlaže nije uzeta u obzir jer ne utječe na duljinu puta.

Tablica 5.: Linije naloga s redoslijedom prema roku trajanja

Redni br. izvođenja		Adresa podizanja		Adresa odlaganja		Udaljenosti	
		Br. Regala	Pozicija	Rb. Regala	Pozicija	Udaljenost do pozicije	Udaljenost do sljedeće linije naloga
1	a	10	35	5	30	80	97
2	b	M04	34	11	20	69	55
3	c	2	8	2	8	0	52
4	d	8	26	4	12	50	67
5	e	M02	25	9	9	49	32
6	f	9	23	1	7	54	52
7	g	11	15	2	15	57	51
8	h	6	24	2	17	53	48
9	i	9	10	1	16	50	75
10	j	M02	20	8	34	72	70
11	k	4	24	2	20	50	94
12	l	M03	35	11	22	69	53
13	m	10	34	5	19	68	0
				Ukupno:	1467	721	746



Slika 17.: Prikaz transportnog puta izvršenja prve linije naloga i dolaska do pozicije za početak druge linije naloga

Temeljem samo uvjeta roka valjanosti za ispunjavanje navedenih trinaest linija naloga skladišni radnik na viličaru prevali put od 1467 metara. Na dolazak do lokacije naloga radnik prijeđe put od 746 metar i na premještaj zadane robe na traženu lokaciju 721 metara. Na udaljenost koju radnik s viličarem prijeđe dok vozi paletu ne može se utjecat(prvi stupac udaljenosti u tablicama 5 i 6.), ali udaljenost do sljedeće lokacije može se smanjiti vrlo jednostavnim algoritmom koji traži sljedeću najbližu lokaciju ili skupinu lokacija. Primjer: trenutno prva linija naloga svoju radnju završava u petom regalu, a sljedeća linija počinje u šesnaestom regalu. No kada bi sljedeća linija naloga počinjala lokacijom koja je najbliža završnoj lokaciji prethodne linije naloga to bi bila

linija koja skladištara vodi u četvrti ili šesti red. S tim uvjetom prilikom kreiranja naloga nadopune redoslijed izvođenja procesa nadopune prikazan je tablicom 4.

Tablica 6.: Linije naloga s redoslijedom prema najbližoj lokaciji

Redni br. izvođenja		Adresa podizanja		Adresa odlaganja		Udaljenosti	
		Br. Regala	Pozicija	Rb. Regala	Pozicija	Udaljenost do pozicije	Udaljenost do sljedeće linije naloga
1	j	M02	20	8	34	72	8
2	d	8	26	4	12	50	12
3	k	4	24	2	20	50	12
4	c	2	8	2	8	0	66
5	m	10	34	5	19	68	46
6	h	6	24	2	17	53	78
7	e	M02	25	9	9	49	1
8	i	9	10	1	16	50	93
9	l	M03	35	11	22	69	7
10	g	11	15	2	15	57	91
11	b	M04	34	11	20	69	58
12	a	10	35	5	30	80	65
13	f	9	23	1	7	54	0
				Ukupno:	1258	721	537

Prema novom redoslijedu prijedeni put za izvršenje linija naloga iznosi 1258 metara tj. radnik na viličaru prilikom izvršavanja naloga nadopune prijeđe 209 metara manje nego u prvom slučaju. Skladište svakodnevno odradi između 200 i 250 premještaja paleta. U navedenom primjeru, novi redoslijed koji nije do kraja optimiziran, predeni put je u prosjeku za više od trinaest metara kraći po liniji naloga, na ukupan broj dnevnih manipulacija nadopune put bi bio kraći više od tri kilometra. Prosječna brzina kretanja iznosi 3-4 km/h što znači skraćenje puta bi skratilo vrijeme utrošeno za proces nadopune za cca jedan sat.

6. ZAKLJUČAK

Kako u trećem poglavlju se već navodi kao glavna zadaća skladišta je dinamičko uravnoteženje tokova materijala dinamičko uravnoteženje tokova materijala i to uz učinkovitu primjenu unutarnjeg transporta, na način da se osigura neprekidnost proizvodnje. Taj se kontinuitet osigurava tako da tok materijala teče po unaprijed određenom redu, planski i sustavno, bilo da se radi o ulazu sredstava za proizvodnju, bilo da se radi o izlazu materijala radi prodaje. Na strateškoj razini se donose jasne odluke kako skladište treba funkcionirati i koje zadatke treba obaviti. Taktička podjela zadataka unutar skladišta jasno daje do znanja koji dio je zadužen za ostvarivanje pojedinih ciljeva. No ono što predstavlja problem u poslovanju svakog skladišta su svakodnevni operativni zadaci u skladištu. Ostvarivanje zadataka prijema, robe, pohrane, komisioniranja i otpreme robe su zajedno ključni kako bi skladište moglo obavljati svoju glavnu zadaću.

Među navedenim procesima komisioniranje prvo privlači pozornost kada se analiziraju skladišni procesi. Priprema materijala u skladištu radi otpreme korisnicima, najznačajniji je s gledišta efikasnosti skladišta. Ima najveći utjecaj na operativne troškove u skladištu, te je kao takvo u posljednje vrijeme predmet istraživanja. Skladišta se projektiraju i izvode s različitim rješenjima komisioniranja. Među brojnim faktorima koji imaju utjecaja na rješenja su: veličina poduzeća, vrsta proizvodnih procesa, složenost, vrste, značajke i količina materijala, tip, broj i vrsta skladišta, statičke i dinamičke značajke skladištenja, značajke skladišne i transportne opreme, kao i brojne skladišne metode.

Na primjeru tvrtke povećanje skladišnih prostora i modernizacija skladišnih sustava omogućila je uspješno poslovanje posljednjih godina. Uređenje skladišta s namjenom otpremnog skladišta pri proizvodnji pokazalo se dobrom poslovnom odlukom. Projektirano skladište za potrebe ovakvog proizvodnog pogona dugi niz godina zadovoljava sve potrebe i omogućuje optimalno korištenje prostora. Novi proizvodi na tržištu, prilagođavanje trendovima i udovoljavanje potrošačima donose promjene u poslovanju. U konkretnom slučaju promjena ambalaže kartonskog pakiranja je dovela do nepotpuno iskorištenog volumnog prostora paletnog mjesta. Mjera poboljšanja iz poglavlja 5.1. prema grubom izračunu donosi 400 novih paletnih

mjesta. Takva projekcija da je nešto ovakvo moguće dokazuje da logistika i svi procesi u sklopu logistike pa tako i skladištenje zahtijevaju kontinuirani nadzor i praćenje stanja i nastojati na najoptimalniji način odgovoriti na izazove.

Razvoj tehnologije čovjeku uvelike olakšava donošenje odluka i provedbu samih procesa. Algoritmima za rješavanje problema računalo će u kratkom vremenu ponuditi optimalno rješenje. Čovjek treba pratiti kada se situacija mijenja i tako mijenjati algoritam koji će biti korišten. U primjeru tvrtke je uočen još jedan od problema koji se javlja i u svim drugim skladištima, je već spomenuto kretanje sudionika u procesu komisioniranja. U radu je veća pozornost posvećena zadaći nadopune ili premještaja robe s jedne pozicije na drugu. Zadaća nadopune je pripremiti skladište za komadno i paketno komisioniranje kako bi se roba približila lokacijama s kojih će se komisioniranje obavljati. No prilikom premještanja paleta prema radnom nalogu uočeno je bespotrebno kretanje radnika s viličarom. U potpoglavlju „Optimizacija komisioniranja“ vrlo jednostavnim algoritmom koji šalje radnika na najbliži sljedeću lokaciju je ostvareno skraćanje prijeđenog puta za 16%. Ovdje treba naglasiti da je korišten vrlo jednostavan algoritam i ručni izračun prilikom određivanja sljedeće linije naloga koja se treba obaviti i to ostavlja mnogo prostora za optimiziranje prijeđenog puta komisioniranja uporabom preciznijih algoritama koji će više faktora uzimati u obzir.

LITERATURA

Knjige:

1. Dundović Č., Hess S.: Unutarnji transport i skladištenje, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2007.
2. Đurđević B. D., Komisioniranje, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2014
3. Ferišak V.: Nabava, Zagreb, 2002.
4. Ferišak, V. i sur.: Poslovna logistika, Informator, Zagreb, 1983
5. I.Beker: Upravljanje zalihama, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, 2011.
6. Šamanović, J.: Logistički i distribucijski sustavi, Ekonomski fakultet, Split, 1999.

Članci:

7. Đukić G.: Istraživanje komisioniranja u regalnim skladištima, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb 2004.
8. Đurđević B. D., Razvoj modela za izbor i uobličavanje komisione zone, doktorska teza, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2013
9. Martin Murray, "Order Picking in the Warehouse," About.com Logistics and Supply Chain Guide, 2012.
10. Matic H., An Approach to Order Picking Optimization in Warehouses, University of Ljubljana, Ljubljana, 2012

Dodatni materijali:

11. Rogić, K.: Unutrašnji transport i skladištenje-autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014

Internet:

12. <http://europlatforms.eu/Members.html>
13. <https://www.ecommercewiki.org>, Bart Friederichs: „What are the processes in warehousing“
14. <http://www.skladisna-logistika.hr/toyota-vilicari/regalni-vili%C4%8Ddari/>
- 15.: <https://lightningpick.com/products/pick-to-light/>
16. <http://www.fpz.unizg.hr/prom>, Cicvarić B.: „Znate li što je Cross-docking?“

POPIS SLIKA:

Slika 1: Osnovne aktivnosti u skladištu i njihova veza sa komponentama WMS-a...	15
Slika 2: Postotak operativnih troškova skladišta	16
Slika 3: Prikaz načina odabira sustava za komisioniranje	25
Slika 4.: Prikaz paletnog regala	25
Slika 5. Prikaz protočnih regala sa kotačićima.....	26
Slika 6.: Police za ručno odlaganje	26
Slika 7.: Prikaz skladišta s AS/RS sustavom komisioniranja	28
Slika 8.: Zonsko komisioniranje uz pokretnu traku.....	30
Slika 9: Prikaz operatera prilikom grupnog komisioniranja	31
Slika 10.: Prikaz uporabe „pick to light“ sustava	34
Slika 11: Tlocrt skladišta	38
Slika 12.: Prikaz izgleda adrese lokacije.....	38
Slika 13.: Visoko regalni viličar	42
Slika 14.: Prikaz rute komisioniranja „slovo S“	44
Slika 15 Prikaz zauzetosti prostora paletnog mjesta prije(lijevo) i poslije izmjene (desno)	49
Slika 16.: Prikaz regala prije (lijevo pet razina) i poslije promjene (desno s šest razina slaganja).....	50
Slika 17.: Prikaz transportnog puta izvršenja prve linije naloga i dolaska do pozicije za početak druge linije naloga	53

POPIS TABLICA

Tablica 1.: Kriteriji za podjelu skladišta	6
Tablica 2.: Logistički podaci složene palete.....	46
Tablica 3.: Prikaz broja paletnih mjesta i broja kartona na paletama prije i poslije izmjene	47
Tablica 4 Prikaz iskorištenja volumena paletnog mjesta	48
Tablica 5.: Linije naloga s redoslijedom prema roku trajanja	52
Tablica 6.: Linije naloga s redoslijedom prema najbližoj lokaciji	54

POPIS DIJAGRAMA

Dijagram 1.: Proces obrade naloga komisioniranja	44
--	----